

INSTANDSETZUNG VON STRASSEN

Ein Beitrag zur Lebenszykluskostenrechnung und effizienten Instandsetzungsstrategien für Landes- und Gemeindestraßen



INSTANDSETZUNG VON STRASSEN

Ein Beitrag zur Lebenszykluskostenrechnung und effizienten Instandsetzungsstrategien für Landes- und Gemeindestraßen

Dissertation ausgeführt zur Leistung eines Beitrages für die Sicherung des ländlichen Raumes in der Steiermark und Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der technischen Wissenschaften

unter Anleitung von

o. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. techn. Werner Gobiet (TU GRAZ)
(Hauptbetreuer)

o. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. techn. Gerd Sammer (BOKU WIEN)
(2. Betreuer)

eingereicht an der Technischen Universität Graz
Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Dipl. Ing. Markus Hoffmann

Matr. Nr. 9331052
Schillerstraße 15, A-8010 Graz
Mobil: ++43 (0)650 / 973 06 04,
Tel. ++43 (0)316 32 79 63 - 13; Fax. DW - 17
mail: markus.hoffmann@gmx.at

Graz, im Februar 2006

Unterschrift:

IMPRESSUM

Copyright und Intellectual Property Rights:

Markus Hoffmann, Schillerstraße 15, 8010 Graz
tel. +43 316 32 79 63 mobil: +43 650 973 06 04
mail: markus.hoffmann@gmx.at

Die Verwendung der Erkenntnisse bzw. auch ein auszugsweiser Nachdruck und Verwertung in anderen Medien bzw. kommerziellen Softwareprogrammen ist nur mit schriftlicher Zustimmung des Autors zulässig

Vorwort

Idee und wesentliche Inhalte der vorliegenden Arbeit sind auf Basis bzw. parallel zu einer Reihe von Forschungsprojekten für das Land Steiermark im Auftrag der Abteilung 18 - Verkehr entstanden. Die dabei aufgetretenen Fragestellungen waren Anlass und Motivation, sich grundsätzlich mit der Thematik einer effizienten Straßeninstandsetzung auseinander zu setzen und eine vertiefende Problemsicht zu erlangen, die den Rahmen dieser Projekte gesprengt hätten. Im Zuge der Recherchen hat sich gezeigt, dass zwar in den letzten Jahren eine Vielzahl von Forschungsergebnissen für die Erhaltung des übergeordneten Straßennetzes publiziert wurden, es jedoch einen großen Aufholbedarf in Bezug auf spezifische Ansätze für Landes- und Gemeindestraßen gibt. Wenn es mit der vorliegenden Arbeit gelungen ist, Lücken im Bereich der Lebenszykluskostenrechnung und effizienter Instandsetzungsstrategien für diese Straßen zu schließen, so ist das nicht zuletzt auf die Förderung durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung und die Mitwirkung aller Beteiligten zurückzuführen.

Danken möchte ich zunächst meinem Doktorvater, Univ. Prof. DI. Dr. techn. Werner Gobiet von der Technischen Universität Graz, für seine wissenschaftliche Betreuung, den zahlreichen Anregungen und seiner steten Diskussions- und Hilfsbereitschaft als Begleiter meines Promotionsweges.

Großer Dank gebührt weiters Univ. Prof. DI. Dr. techn. Gerd Sammer von der Universität für Bodenkultur Wien für die in den Dissertantenseminaren gebotenen Diskussionsmöglichkeiten und seine fachlichen Ratschläge. Mein Dank gilt auch Univ. Prof. Mag. Dr. rer. soc. oec. Karl Steininger von der UNI Graz für die fachliche Überprüfung und seine weiterführenden Hinweise zu meiner Arbeit.

Für die Diskussion und methodischen Ratschläge bei der Erstellung der Arbeit möchte ich mich bei meinem Vater Univ. Lektor Arch. DDI. Dr. techn. Helmut Hoffmann, dem Vizerektor Univ. Prof. Mag. Dr. Friedrich Zimmermann und Ass. Prof. Mag. Dr. Franz Brunner vom Institut für Geografie der UNI Graz sowie Ass. Prof. Dr. techn. Peter Veit vom Institut für Eisenbahnwesen herzlich bedanken.

Insbesondere Dank gilt auch Herrn Ing. Herbert Stern von der Fachabteilung 18D und Herrn Ing. Heinz Rossbacher von der Fachabteilung 18B und Herrn DI. Klaus Schönstein von der Fachabteilung 18C, ohne deren praktische Sachkenntnis und die zur Verfügung gestellten Daten die vorliegende Arbeit in der vorliegenden Form sicher nicht möglich gewesen wäre.

Einen wichtigen Ansporn und Prüfstein für die Praxistauglichkeit meiner Ansätze haben die zahllosen Diskussionen mit den Mitarbeitern der Fachabteilungen Verkehr und der Baubezirksleitungen dargestellt, die mir geholfen haben, eigene Erkenntnisse kritisch zu hinterfragen und so die Qualität der Arbeit zu verbessern.

Dank gebührt aber auch meiner Mutter Lotte Hoffmann, meinem Onkel Dr. Gerhard Hoffmann und Mag. Dorrit Jauk, denen ich meine Arbeit zur Korrekturlesung zugemutet habe und die mitgeholfen haben, daraus ein lesbares Werk zu machen.

Schließlich soll hier auch Platz für den Dank an meiner Familie und Freunde sein, die mich in der arbeitsintensiven Zeit mit Geduld ertragen und immer wieder ermutigt haben, in meinen Bestrebungen nicht nach zu lassen und mich angespornt und bestärkt haben, meine Arbeit fertig zu stellen.

Graz, im Februar 2006

Markus Hoffmann

Kurzfassung

Viele Straßenverwaltungen stehen vor dem Problem einer rapiden Verschlechterung des Straßenzustandes aufgrund steigender Verkehrsbelastungen, zu geringer Dimensionierung des Oberbaus und nicht ausreichenden Investitionen in die Erhaltung der Straßenanlagen. Erschwerend kommt hinzu, dass im letzten Jahrzehnt nur eine geringe Zahl wissenschaftlicher Publikationen im deutschsprachigen Raum über die Methoden zur Erhaltung regionaler und lokaler Straßennetze erschienen ist.

In der vorliegenden Arbeit werden daher die notwendigen Grundlagen für ein Erhaltungsmanagementsystem der Landes- und Gemeindestraßen in Österreich dargelegt. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt jedoch auf der Entwicklung einer umfassenden Instandsetzungsstrategie für den Straßenoberbau auf Basis eines empirisch - probabilistischen Restlebensdauerkonzeptes in Verbindung mit einer Lebenszykluskostenrechnung. Sie setzt damit dort an, wo die bekannten Publikationen aufhören und legt neue Ansätze und Methoden dar, die geeignet sind, die wirksamste Instandsetzungsmaßnahme, den richtigen Einsatzzeitpunkt und -ort sowie die optimale Gesamtstrategie bei begrenzten Mitteln zu finden bzw. den jeweiligen Instandsetzungsbedarf zu ermitteln.

Die Gegenüberstellung der empirischen Zustandsentwicklung der einzelnen Schadensmerkmale mit den auf Straßen A,S, B,L verwendeten Normierungsfunktionen zeigt, dass die Bemessungslebensdauer der RVS in der Praxis kaum erreicht werden kann. Da diese Abweichungen und die wahrscheinlichkeitsverteilte Zustandsentwicklung jedoch nicht ausreichend in den Erhaltungsmanagementsystemen wie z.B. VIAPMS berücksichtigt sind, kommt es zu einer deutlichen Unterschätzung des tatsächlichen Erhaltungsaufwandes.

Der Vergleich des österreichischen Bemessungsmodells mit dem letzten Stand des Wissens zu den Beanspruchungen des Oberbaus zeigt, dass die bisher geführten Nachweise nicht die erforderliche Kongruenz aufweisen. Für die Überarbeitung des verwendeten Bemessungskonzeptes werden daher die wesentlichen zu führenden Nachweise skizziert und Grundlagen für dauerhaftere Bauweisen erarbeitet. Davon ausgehend kann der Nachweis erbracht werden, dass eine bessere Anpassung der Bemessung an die regionalen Verhältnisse und eine um mindestens eine Lastklasse höhere Dimensionierung zu deutlich geringeren Lebenszykluskosten führt.

Um das entwickelte Modell einer effizienten Instandsetzungsstrategie anwenden und überprüfen zu können, wurden die bisherigen Investitionen des Landes Steiermark in das Netz der Straßen B+L für den Zeitraum von 1990 bis 2005 untersucht. Mit der detaillierten Aufschlüsselung der Ausgaben für Personal, Planung, Neubau, Instandsetzung und Betrieb wird zudem die Basis für eine EU-konforme Wegekostenrechnung gelegt und der Nachweis erbracht, dass die bisherigen Investitionen in die Instandsetzung bei weitem nicht genügen, um den Netzzustand zu halten.

Weitergehende Untersuchungen zu Mittelverwendung und Zustand der Gemeindestraßen, den Schadenskosten des Mautausweichverkehrs und schadensäquivalenten Abgaben für Sondertransporte zeigen die vielfältige Anwendbarkeit der entwickelten Methoden und Grundlagen. Wesentliche Teile der Arbeit haben schon während der Entstehung Eingang in die Praxis gefunden und bilden eine Basis für Budgetverhandlungen, die Allokation der Ressourcen und die Erstellung der Bauprogramme im Land Steiermark. Die Anwendung der vorgelegten effizienten Instandsetzungsstrategien kann daher dafür sorgen, dass auch mit begrenzt vorhandenen Ressourcen eine bestmögliche Erhaltung der Landes- und Gemeindestraßen in Österreich sichergestellt wird.

Abstract

Many street administrations face the problem of rapid deterioration on road-networks due to higher traffic loading, less dimensioning of the roads and insufficient investments for preservation in the past. During the last decade only a small number of scientific publications appeared in the german-speaking scientific community for the preservation of regional and local road networks. Thus there is a lack of appropriate information on how to deal with this new challenges.

The presented work contains the necessary basics for a preservation management system of the country and municipality streets in Austria. The primary object of this research was the development of a comprehensive repair strategy for flexible pavements using a probability based modified remaining service life concept in combination with a life cycle costing analysis. The conducted research contains new approaches and methods for the determination of the most effective repair measures, the optimal timing and place for the application as well as the optimal entire strategy under the condition of restricted budgets.

The comparison between the empirical derived distress types and the official dimensioning rules in Austria shows that the expected service life can hardly be reached in practice. Since these deviations and the probability distributed development of the road conditions are not considered sufficiently in many of the preservation management systems as for example VIAPMS, it results in a clear underestimation of the actual preservation demands.

In addition to this the Austrian dimensioning model does not show the necessary congruence with the last state of the knowledge on distress types and design concepts. Therefore the weaknesses of the existing model are shown along with the basics to the essential proofs to be led for lasting designs. The results of the research prove that a moderate stronger design will last longer and lead to much lower life cycle costs considering the necessary rehabilitation measures. Thus the efficient and effective rehabilitation strategy is tied to the previous fact and the optimal timing of preventive maintenance treatments.

In order to develop a model of a cost-efficient repair strategy the previous Styrian investments in road-networks were examined from 1990 to 2005. With a detailed breakdown of the costs for wages, planning, building, rehabilitation and maintenance expenses the basis is put furthermore for an EU-consistent way of charges. In addition the proof was found that the previous investments in the rehabilitation were far from being adequate for holding the network condition on its current status.

Going on investigations to application of funds and state of the local roads, the damage costs of the toll avoiding-traffic and damage-equivalent deliveries for special transportation show the diverse applicability of the created methods and derived data. Essential parts of the research are already found applicable in practice and form a basis for budget negotiations, the allocation of the resources and the preparation of the building programs in Styria. Thus the utilization of the presented efficient and effective rehabilitation strategies for flexible pavements can assure a cost efficient preservation of the country and municipality streets in Austria .

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1 EINLEITUNG	15
1.1 Zielsetzungen und Fragestellungen	17
1.2 Anspruch und Gestaltung der Arbeit	18
1.3 Gewählter Lösungsansatz	19
Kapitel 2 HYPOTHESEN UND VORGABEN	21
2.1 Ableitung von Hypothesen	23
2.2 Aufbau der Untersuchung	24
2.3 Abgrenzung und Ausmaß der behandelten Themen	25
Kapitel 3 STAND DER TECHNIK UND MODELLBAUSTEINE	27
3.1 Grundlagen von Straßenerhaltung und Erhaltungsmanagement	29
3.1.1 <i>Aufgaben und Tätigkeitsbereiche der Netzbetreiber</i>	29
3.1.2 <i>Informations- und Entscheidungsebenen in der Straßenerhaltung</i>	30
3.1.3 <i>Rechtliche und politische Rahmenbedingungen in der Straßenerhaltung</i>	31
3.1.4 <i>Ziele der Netzbetreiber und Zielsystem EMS</i>	34
3.1.5 <i>Bestandteile eines modernen EMS</i>	37
3.2 Zustandsentwicklung und Schadensbilder	40
3.2.1 <i>Zustandsentwicklung und Eingriffswirkung</i>	40
3.2.2 <i>Prinzipien und Grenzen der Zustandserfassung</i>	41
3.2.3 <i>Zustandsbilder und Schadensursachen</i>	43
3.2.4 <i>Bildung homogener Abschnitte</i>	45
3.2.5 <i>Zustandsgrößen, Normierung und Schadenswert</i>	47
3.2.6 <i>Abgangsdichte, Abgangverteilung und Restlebensdauer</i>	67
3.3 Dimensionierung und Lebensdauer	86
3.3.1 <i>Bemessungskonzepte und -modelle</i>	86
3.3.2 <i>Verkehrsbelastung</i>	91
3.3.3 <i>Klimaeinflüsse</i>	108
3.4 Erhaltung des Straßenzustandes	121
3.4.1 <i>Zeitliche Aspekte eines Erhaltungsmanagementsystems</i>	121
3.4.2 <i>Raumplanerische und verkehrliche Aspekte</i>	128
3.4.3 <i>Technische Aspekte eines EMS</i>	131
3.4.4 <i>Finanzielle Aspekte eines EMS</i>	139
3.5 Beispiele und Merkmale von Erhaltungsmodellen	149
3.5.1 <i>Ansätze zur Gesamtbeurteilung und bekannte Systeme</i>	149
3.5.2 <i>Erhaltungsmanagement auf Gemeindestraßen in der Steiermark</i>	153
3.5.3 <i>Asset Management und Benchmarking in einem EMS</i>	160

Kapitel 4 MODELL EFFIZIENTER INSTANDSETZUNG	163
4.1 Konzept effizienter Instandsetzung	165
4.1.1 <i>Modifiziertes Restlebensdauerkonzept</i>	165
4.1.2 <i>Modellbildung und Entscheidungsansätze</i>	166
4.2 Randbedingungen	167
4.2.1 <i>Ausreichende Dimensionierung</i>	167
4.2.2 <i>Bauüberwachung und Qualitätssicherung</i>	172
4.2.3 <i>Budgetszenarien und Einsatz bei zu geringen Mitteln</i>	174
4.2.4 <i>Sorgfältige betriebliche Instandhaltung</i>	175
4.3 Standardisierte Instandsetzungsmaßnahmen	176
4.3.1 <i>Deckschichtmaßnahmen</i>	176
4.3.2 <i>Deck- und Tragschichterneuerung</i>	177
4.3.3 <i>Generelle Erneuerung</i>	178
4.3.4 <i>Neubaumaßnahmen</i>	179
4.4 Eingangsgröße Kosten	180
4.4.1 <i>Preisbildung und Kalkulation</i>	180
4.4.2 <i>Preisindices und Zinsentwicklung</i>	183
4.5 Lebenszykluskostenrechnungen	184
4.5.1 <i>Eigene Berechnungen</i>	184
4.5.2 <i>Validierung der Ansätze und Ergebnisse</i>	194
4.5.3 <i>Zusammenfassung effiziente Instandsetzungsstrategien</i>	202
4.6 Ausblick - ein selbstlernendes System	205
Kapitel 5 ANWENDUNG IN DER STEIERMARK	207
5.1 Rahmenbedingungen und Entwicklungen	209
5.1.1 <i>Soziodemographische Entwicklungen</i>	209
5.1.2 <i>Wirtschaftliche Entwicklungen</i>	210
5.1.3 <i>Sonstige Entwicklungen</i>	210
5.2 Struktur der Verkehrsnetze	213
5.2.1 <i>Netze, Strukturen und Erhaltungsmanagement</i>	213
5.2.2 <i>Verwaltungsstrukturen in der Steiermark</i>	214
5.2.3 <i>Struktur des übergeordneten Straßennetzes</i>	217
5.2.4 <i>Struktur der Gemeindestraßen</i>	219
5.3 Bisheriger Finanzbedarf	222
5.3.1 <i>Allgemeine Rahmenbedingungen</i>	222
5.3.2 <i>Gesamtbudget und Aufgabenbereich Verkehr des Landes Steiermark</i>	222
5.3.3 <i>Struktur und Kostenentwicklung im Straßenbau</i>	222
5.3.4 <i>Ausgaben des Landes für Personal</i>	223
5.3.5 <i>Ausgaben des Landes für Planung</i>	223
5.3.6 <i>Ausgaben des Landes für Neubau und Instandsetzung</i>	224
5.3.7 <i>Ausgaben des Landes für den Betrieb (BAST, BKS):</i>	225
5.3.8 <i>Schlussfolgerungen zum bisherigen Finanzbedarf</i>	228

5.4	Anwendungsbeispiele	238
5.4.1	<i>Szenarien des Instandsetzungsbedarfes für Straßen B+L</i>	238
5.4.2	<i>Mittelverwendung und Zustand auf Gemeindestraßen</i>	250
Kapitel 6 ZUSAMMENFASSUNG		263
6.1	Ergebnisse zu den Fragestellungen	265
6.2	Ergebnisse zu den Hypothesen	267
6.3	Weiterer Forschungsbedarf	275
Kapitel 7 ANHANG		277
7.1	Abbildungsverzeichnis	279
7.2	Tabellenverzeichnis	285
7.3	Literaturverzeichnis	286
7.4	Verwendete Materialien, Tabellen und Abbildungen	291

