



Institut für
Bau- und Infrastruktur-
management



Effizienter Betrieb und Unterhalt der technischen Infrastruktur (EFFIN): Schlussbericht

Projektteam

ETHZ: Christian Senn, Borja García de Soto, Bryan T. Adey

pom+: Simon Caspar, Reto Camenzind

Projekt-Nr. 16647.1 PFES-ES

Zürich, 26.09.2016

Für das bessere Verständnis der Abbildungen wird empfohlen, den Bericht in Farbe zu drucken.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnisvi

Abbildungsverzeichnis.....xi

Glossar xv

Zusammenfassung..... xviii

Executive Summary xix

1 Einleitung..... 1

 1.1 Motivation 1

 1.2 Ziele 2

 1.3 Gliederung des Forschungsberichtes 3

2 Grundlagen 5

 2.1 Betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung 5

 2.2 Kennzahlensysteme..... 8

3 Bestehende Kennzahlensysteme..... 12

 3.1 Gemeindestrassen..... 12

 3.2 Privatbahnen 13

4 Messgrößen..... 15

 4.1 Mögliche Leistungsmessgrößen 15

 4.1.1 Gemeindestrassen..... 15

 4.1.2 Privatbahnen 18

 4.2 Datenerfassung 22

 4.2.1 Schritt 1: Entwicklung des Test-Fragebogens..... 22

 4.2.2 Schritt 2: Kontakt zu möglichen Testorganisationen..... 23

 4.2.3 Schritt 3: Konsolidierung der Fragebogen 24

 4.2.4 Schritt 4: Motivation zur Teilnahme an der Hauptuntersuchung 27

 4.2.5 Schritt 5: Datenerfassung Hauptuntersuchung..... 27

 4.2.6 Schritt 6: Kontrolle der eingehenden Angaben 28

 4.2.7 Schritt 7: Vereinbarung der Abschlussinterviews 29

 4.2.8 Bemerkungen 33

 4.3 Deskriptive Statistik der Forschungsdaten 33

 4.3.1 Gemeindestrassen..... 33

 4.3.2 Privatbahnen 41

5 Datenauswertung..... 47

 5.1 Einführung 47

 5.2 Kostenstruktur..... 47

 5.2.1 Kostenaggregation..... 49

 5.3 Auswahl der Leistungsmessgrößen 50

Inhaltsverzeichnis

5.4	Regressionsanalyse – Entwicklung eines Kostenmodells	50
5.4.1	Rückwärts-Eliminations-Technik (Backward Elimination Technique, BET)	51
5.4.2	Implementierung (Beispiel)	53
5.4.3	Modell für die Kostenschätzung	58
5.5	Bestimmung der Leistungsindikatoren.....	74
5.5.1	Schritte	74
5.5.2	Gemeinden	75
5.5.3	Privatbahnen	78
5.6	Bestimmung der Schlüsselleistungsindikatoren.....	78
5.6.1	Gemeinden	78
5.6.2	Privatbahnen	88
6	Kennzahlen	92
6.1	Einleitung Kennzahlen und Benchmarks	92
6.2	Kennzahlensystem Gemeindestrassen.....	93
6.2.1	Grundkennzahlen Gemeindestrassen	94
6.2.2	Kennzahlenvertiefung Gemeindestrassen	96
6.3	Kontenplan Gemeindestrassen – ein Vorschlag.....	97
6.4	Kennzahlen Gemeindestrassen	99
6.4.1	Übersicht Kennzahlen Gemeindestrassen.....	100
6.4.2	Zusätzliche Vergleichsgrößen Gemeindestrassen	109
6.5	Kennzahlensystem Privatbahnen	112
6.5.1	Grundkennzahlen Privatbahnen.....	112
6.5.2	Kennzahlenvertiefung Privatbahnen	114
6.6	Kontenplan Privatbahnen – ein Vorschlag	114
6.7	Kennzahlen Privatbahnen.....	117
6.7.1	Übersicht Kennzahlen Privatbahnen	117
6.7.2	Zusätzliche Vergleichsgrößen Privatbahnen	125
6.8	Darstellungen des Inframonitors.....	127
6.8.1	Gemeindestrassen.....	127
6.8.2	Privatbahnen	139
7	Anpassungsfaktoren.....	150
7.1	Vorgehen	151
7.2	Bestimmung der Anpassungsfaktoren	151
7.2.1	Gemeinden	151
7.3	Anwendung von Anpassungsfaktoren für die Kennzahlen	155
7.3.1	Gemeinden	155

Inhaltsverzeichnis

7.3.2	Privatbahnen	158
8	Skaleneffekte.....	159
8.1	Gemeinden	159
8.2	Privatbahnen	165
9	Datenmanagement.....	169
9.1	Systemübersicht	169
9.1.1	Einleitung.....	169
9.1.2	Systemarchitektur	169
9.1.3	Datenmanagement-Prozess	171
9.1.4	Beispielhafter Beschrieb des Datenmanagement-Prozesses	172
9.2	Datenmodell.....	174
9.3	Datenbank	175
9.3.1	Infrastruktur und Technologie.....	175
9.3.2	Backup und Zugriff.....	176
10	Web-Applikation.....	177
10.1	Anforderungen an die Webapplikation.....	177
10.2	Umsetzung der Webapplikation.....	177
10.3	Technologie und Infrastruktur der Webapplikation.....	182
10.3.1	Datencenter und Server	182
10.3.2	Aufruf der Webapplikation.....	182
10.3.3	Datenupload	183
10.3.4	Administration.....	183
11	Schlussfolgerung und Empfehlung	184
11.1	Einflussfaktoren, Messgrössen und Leistungsindikatoren	184
11.2	Skaleneffekte.....	184
11.3	Kennzahlensystem und Prognose	184
11.4	Dimensionierung der Betreiberorganisationen	185
11.5	Kontenplan – Vorschlag.....	185
11.6	Webapplikation Inframonitor.....	185
11.7	Weitere Schritte	186
12	Referenzen	187
Anhang A.	Definitionen aus anderen Quellen	I
A.1.	Ansatz Schweizerischer Ingenieur und Architekten Verband (SIA).....	I
A.2.	Ansatz Bundesamt für Strassen (ASTRA).....	II
A.3.	Ansatz Verband schweizerischer Strassenfachleute (VSS).....	III
A.4.	Eisenbahnspezifischer Beschrieb	III

Inhaltsverzeichnis

A.5.	Gegenüberstellung der Definitionen.....	IV
Anhang B.	Schlüsselleistungskennzahlen - Key Performance Indicators	VI
Anhang C.	Bestehende Kennzahlensysteme.....	VII
C.1.	Kennzahlensystem für Betrieb und Instandhaltung.....	VII
C.1.1.	CA - Strassen: Cook et al.....	VII
C.2.	Kennzahlensysteme für Instandsetzung und Erneuerung.....	VIII
C.2.1.	Strassen - US – Benchmarking of Maintenance Activities.....	VIII
C.2.2.	Strassen - CH - Richmond et al.	VIII
C.2.3.	Schienen - EU - ACEM-Rail.....	X
C.2.4.	Schienen – Schweden und Norwegen - Åhrén et al.,	X
C.2.5.	Schienen – CH - BAV	X
C.2.6.	Alle Infrastruktur – EU	X
C.2.7.	Alle technischen Anlagen – EU	XI
C.3.	Kennzahlensysteme für Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung	XII
C.3.1.	Facilities- CH	XII
C.3.2.	Spitäler – Gaza-Streifen - Enshassi et al.,	XII
C.3.3.	Gemeinden - CH	XIII
C.4.	Erkenntnisse und Forschungsziele	XIII
Anhang D.	Verschiedene Unterlagen.....	XIV
D.1.	Handbuch Infrastrukturmanagement	XIV
D.1.1.	Clustering oder Anpassungsfaktoren:	XV
D.1.2.	Interne und externe Einflussgrößen:.....	XV
Anhang E.	Fragebogen Hauptuntersuchung Gemeindestrassen.....	XVI
Anhang F.	Fragebogen Hauptuntersuchung Privatbahnen	XVII
Anhang G.	Kostenmodell - Regressionsauswertung	XVIII
G.1.	Gemeinden	XXI
G.1.1.	Kosten kleiner baulicher Unterhalt	XXI
G.1.1.1.	Personalkosten	XXI
G.1.1.2.	Sach- und Materialkosten	XXV
G.1.1.3.	Fremdkosten.....	XXVII
G.1.2.	Kosten Reinigung.....	XXX
G.1.2.1.	Personalkosten	XXX
G.1.2.2.	Sach- und Materialkosten	XXXIV
G.1.2.3.	Fremdkosten.....	XXXVI
G.1.3.	Kosten Grünpflege.....	XXXVIII
G.1.3.1.	Personalkosten	XXXVIII

Inhaltsverzeichnis

G.1.3.2.	Sach- und Materialkosten	XL
G.1.3.3.	Fremdkosten.....	XLI
G.1.4.	Kosten Winterdienst.....	XLIII
G.1.4.1.	Personalkosten	XLIII
G.1.4.2.	Sach- und Materialkosten	XLV
G.1.4.3.	Fremdkosten.....	XLVI
G.1.5.	Kosten tech. Dienste.....	XLVII
G.1.5.1.	Personalkosten	XLVII
G.1.5.2.	Sach- und Materialkosten	XLIX
G.1.5.3.	Fremdkosten.....	L
G.1.6.	Personalkosten Overhead	LII
G.1.7.	Kosten Fahrzeuge und Geräte	LVIII
G.2.	Privatbahnen	LXII
Anhang H.	Datenbank-Tabellen mit allen Attributen	LXIII

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gemeindestrassen - Beispiele betrieblicher Unterhalt	6
Tabelle 2: Privatbahnen - Beispiele betrieblicher Unterhalt.....	7
Tabelle 3: Gemeindestrassen: Beispiele Instandhaltung / kleiner baulicher Unterhalt	8
Tabelle 4: Privatbahnen: Beispiele Überwachung und Instandhaltung	8
Tabelle 5: Kategorien der Leistungsmessgrössen	10
Tabelle 6: Messgrössen Grundlagen (Gemeindestrassen).....	15
Tabelle 7: Betriebswirtschaftliche Messgrössen (Gemeindestrassen).....	16
Tabelle 8: Zustandsmessgrössen (Gemeindestrassen)	16
Tabelle 9: Messgrössen Leistungsniveau (Service Levels) (Gemeindestrassen)	17
Tabelle 10: Messgrössen Nebenflächen und Ausrüstungen (Gemeindestrassen).....	17
Tabelle 11: Messgrössen Metadaten (Gemeindestrassen).....	18
Tabelle 12: Messgrössen Grundlagen (Privatbahnen)	18
Tabelle 13: Betriebswirtschaftliche Messgrössen (Privatbahnen)	19
Tabelle 14: Messgrössen Strecken-und Netzcharakteristiken und Belastungen (Privatbahnen)	19
Tabelle 15: Messgrössen Zustand und Störungen (Privatbahnen)	20
Tabelle 16: Messgrössen Leistungsniveau (Privatbahnen)	21
Tabelle 17: Messgrössen Metadaten (Privatbahnen)	21
Tabelle 18: Deskriptive Statistik der Strassennetzcharakteristiken, Kosten (CHF) und Zeit (Stunden) für die Gemeinden – Anzahl Datenpunkte, Qualität, Durchschnitt und Median	34
Tabelle 19: Deskriptive Statistik für Allgemeine Strassennetzcharakteristiken, für Kosten (CHF) und Zeit (Stunden) für die Gemeinden – Maximum, Minimum, Standardabweichung, Intervall, Kurtosis, Schiefe	35
Tabelle 20: Deskriptive Statistik bezüglich Netzwerkcharakteristiken, Kosten (CHF) und zeitlicher Aufwand (Stunden) für die Privatbahnen - Zentrale Tendenz und Streuung	41
Tabelle 21: Deskriptive Statistik bezüglich Netzwerkcharakteristiken, Kosten (CHF) und zeitlicher Aufwand (Stunden) für die Privatbahnen - Variabilität.....	43
Tabelle 22: Ausgewählte Leistungsmessgrössen für Personalkosten Reinigung	54
Tabelle 23: Regressionsmodell unter Verwendung der BET für Personalkosten Reinigung	55
Tabelle 24: Berechnungen für die Modelauswahl: Beispiel für Reinigungskosten → Personalkosten Reinigung.....	57
Tabelle 25: Zusammenstellung der MAPE-Werte für die ausgewählten Modelle.....	59
Tabelle 26: Ausgewähltes Modell für die Personalkosten beim kleinen baulichen Unterhalt (entwickelt aus den Daten von 24 Gemeinden).....	60
Tabelle 27: Ausgewähltes Modell für Sach- und Materialkosten des kleinen baulichen Unterhalts entwickelt aus den Angaben von 24 Gemeinden.....	61
Tabelle 28: Ausgewähltes Modell für die Fremdkosten des kleinen baulichen Unterhalts entwickelt aus den Angaben von 24 Gemeinden	62
Tabelle 29: Ausgewähltes Modell für die Personalkosten Reinigung entwickelt aus den Daten von 33 Gemeinden	63
Tabelle 30: Ausgewähltes Modell für Sach- und Materialkosten in der Reinigung entwickelt aus Daten von 23 Gemeinden	64
Tabelle 31: Ausgewähltes Modell für die Fremdkosten Reinigung entwickelt aus Daten von 23 Gemeinden.....	64
Tabelle 32: Ausgewähltes Modell für Personalkosten Grünpflege entwickelt aus Daten von 34 Gemeinden	65
Tabelle 33: Ausgewähltes Modell für Sach- und Materialkosten der Grünpflege entwickelt aus den Daten von 30 Gemeinden.....	66

Tabellenverzeichnis

Tabelle 34: Ausgewähltes Modell für Fremdkosten bei der Grünpflegeentwickelt aus Daten von 30 Gemeinden	66
Tabelle 35: Ausgewähltes Modell für Personalkosten des Winterdienstes entwickelt aus Daten von 37 Gemeinden	67
Tabelle 36: Ausgewähltes Modell für Sach- und Materialkosten des Winterdienstes entwickelt aus den Daten von 37 Gemeinden	68
Tabelle 37: Ausgewähltes Modell für Fremdkosten des Winterdienstes entwickelt aus den Daten von 38 Gemeinden	69
Tabelle 38: Ausgewähltes Modell für die Personalkosten des technischen Dienstes entwickelt aus Daten von 32 Gemeinden.....	70
Tabelle 39: Ausgewähltes Modell für Sach- und Materialkosten für technische Dienste entwickelt aus Daten von 32 Gemeinden.....	70
Tabelle 40: Ausgewähltes Modell für die Fremdkosten für die technischen Dienste entwickelt aus 33 Gemeinden	71
Tabelle 41: Ausgewähltes Modell für den Overhead (Personalkosten) entwickelt aus 24 Gemeinden	71
Tabelle 42: Ausgewähltes Modell für Betriebs- und Unterhaltskosten Fahrzeuge entwickelt aus Daten von 25 Gemeinden	73
Tabelle 43: Ausgewähltes Modell für die Kostenschätzung Reinigungspersonal und zugehörige Leistungsindikatoren	75
Tabelle 44: Leistungsindikatoren für Kosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung der Gemeindestrassen abgeleitet aus den ausgewählten Modellen für jede Kostenkategorie und jeden Kostentyp (Teil 1)	76
Tabelle 45: Leistungsindikatoren für Kosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung der Gemeindestrassen abgeleitet aus den ausgewählten Modellen für jede Kostenkategorie und jeden Kostentyp (Teil 2)	77
Tabelle 46: Schlüsselleistungsindikator kleiner baulicher Unterhalt	78
Tabelle 47: Schlüsselleistungsindikatoren Reinigung.....	79
Tabelle 48: Schlüsselleistungsindikator Grünpflege.....	82
Tabelle 49: Schlüsselleistungsindikator Winterdienst.....	84
Tabelle 50: Schlüsselleistungsindikator technische Dienste / Strassenbeleuchtung	85
Tabelle 51: Schlüsselleistungsindikator Overhead.....	86
Tabelle 52: Schlüsselleistungsindikator Fahrzeuge und Geräte	87
Tabelle 53: Indikatoren Überwachung und Instandhaltung	88
Tabelle 54: Indikatoren Reinigung und Winterdienst	89
Tabelle 55: Indikatoren Grünpflege	90
Tabelle 56: Indikatoren Fahrzeuge	90
Tabelle 57: Indikatoren Overhead.....	90
Tabelle 58: Indikatoren Instandhaltung elektrische Anlagen.....	90
Tabelle 59: Kennzahlensystem Gemeindestrassen	94
Tabelle 60: Kennzahlensystem Gemeindestrasse – ergänzende Kennzahlen.....	96
Tabelle 61: Kennzahlensystem Gemeindestrasse – ergänzende Kennzahlen gemäss Leistungsindikatoren	97
Tabelle 62: Kontenplan für Gemeindestrasse	98
Tabelle 63: Kennzahlen Gemeindestrasse	99
Tabelle 64: Zusätzliche Vergleichsgrößen kleiner baulicher Unterhalt.....	109
Tabelle 65: Zusätzliche Vergleichsgrößen Reinigung	109
Tabelle 66: Zusätzliche Vergleichsgrößen Grünpflege	110
Tabelle 67: Zusätzliche Vergleichsgrößen Winterdienst	110
Tabelle 68: Zusätzliche Vergleichsgrößen techn. Dienste / Strassenbeleuchtung.....	110

Tabellenverzeichnis

Tabelle 69: Zusätzliche Vergleichsgrößen Overhead	110
Tabelle 70: Zusätzliche Vergleichsgrößen Fahrzeuge.....	111
Tabelle 71: Kennzahlensystem Privatbahnen	112
Tabelle 72: Kennzahlensystem Privatbahn – Grundkennzahlen ergänzt.....	114
Tabelle 73: Kontenplan für Privatbahnen	115
Tabelle 74: Kennzahlen Privatbahnen.....	117
Tabelle 75: Zusätzliche Vergleichsgrößen Fahrbahn, Kunstbauten und Publikumsanlagen.....	125
Tabelle 76: Zusätzliche Vergleichsgrößen elektrische Anlagen.....	126
Tabelle 77: Zusätzliche Vergleichsgrößen Reinigung und Winterdienst.....	126
Tabelle 78: Zusätzliche Vergleichsgrößen Overhead	126
Tabelle 79: Zusätzliche Vergleichsgrößen Fahrzeugkosten.....	127
Tabelle 80: Registerseiten in Inframonitor für Gemeindestrassen	127
Tabelle 81: Gemeindeinformationen	128
Tabelle 82: Registerseiten in Inframonitor für Privatbahnen	139
Tabelle 83: Informationen Bahnunternehmen	139
Tabelle 84: anzupassender Wert, Umstandsfaktor, und zugehörige Regressionsgleichung	152
Tabelle 85: Angepasste Werte, Umstandsfaktoren, und entsprechende Regressionsgleichung	154
Tabelle 86: Wert Umstandsfaktor Gemeinde A und Durchschnitt aller Gemeinden.....	154
Tabelle 87: Anpassungsfaktoren (α) für die Umstandsfaktoren für die Gemeinde A und den Durchschnitt aller Gemeinden	155
Tabelle 88: Angepasste Kosten für Gemeinde A, verglichen zu Umstandsfaktoren der Durchschnittsgemeinden	155
Tabelle 89: Gegenüberstellung VSS und ASTRA	IV
Tabelle 90: Gegenüberstellung SIA und ASTRA.....	V
Tabelle 91: Betriebs- und Instandhaltungsindikatoren vorgeschlagen durch Cook et al., 2013	VII
Tabelle 92: Messgrößen vorgeschlagen in der Richtlinie für kundenorientiertes Benchmarking im Unterhalt	VIII
Tabelle 93: Herausforderungsfaktor gemäss Studie	IX
Tabelle 94: Liste möglicher Typ-B Benchmarks – empfohlen durch die Studie	IX
Tabelle 95: Von der Europäische Vereinigung der Nationalen Unterhaltsgesellschaften vorgeschlagene Unterhaltsindikatoren.....	XI
Tabelle 96: Unterhalts Leistungskennzahlen nach Gruppierung und Stufe gemäss EN 15341	XII
Tabelle 97: ID Regression und zugehörige Nummer und Beschrieb aus dem Fragebogen	XVIII
Tabelle 98: Zusammenstellung der Umrechnungen von Häufigkeit und Leistungsniveaus bei den verwendeten Parameter.	XX
Tabelle 99: Modelle und Koeffizienten für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Personalkosten	XXI
Tabelle 100: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Personalkosten	XXIII
Tabelle 101: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Personalkosten.....	XXIII
Tabelle 102: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Personalkosten.....	XXIV
Tabelle 103: Modelle und Koeffizienten für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Sach- und Materialkosten	XXV
Tabelle 104: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Sach- und Materialkosten.....	XXVI
Tabelle 105: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Sach- und Materialkosten	XXVI

Tabellenverzeichnis

Tabelle 106: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Sach- und Materialkosten	XXVI
Tabelle 107: Modelle und Koeffizienten für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Fremdkosten.....	XXVII
Tabelle 108: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Fremdkosten	XXVIII
Tabelle 109: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Fremdkosten.....	XXVIII
Tabelle 110: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Fremdkosten.....	XXIX
Tabelle 111: Modelle und Koeffizienten für Kosten Reinigung - Personalkosten.....	XXX
Tabelle 112: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Reinigung - Personalkosten	XXXII
Tabelle 113: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Reinigung - Personalkosten	XXXII
Tabelle 114: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Reinigung - Personalkosten	XXXIII
Tabelle 115: Modelle und Koeffizienten für Kosten Reinigung - Sach- und Materialkosten	XXXIV
Tabelle 116: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Reinigung - Sach- und Materialkosten	XXXIV
Tabelle 117: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Reinigung - Sach- und Materialkosten	XXXV
Tabelle 118: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Reinigung - Sach- und Materialkosten	XXXV
Tabelle 119: Modelle und Koeffizienten für Kosten Reinigung - Fremdkosten	XXXVI
Tabelle 120: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Reinigung - Fremdkosten.....	XXXVI
Tabelle 121: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Reinigung - Fremdkosten.....	XXXVI
Tabelle 122: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Reinigung - Fremdkosten.....	XXXVII
Tabelle 123: Modelle und Koeffizienten für Kosten Grünpflege - Personalkosten.....	XXXVIII
Tabelle 124: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Grünpflege - Personalkosten	XXXVIII
Tabelle 125: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Grünpflege - Personalkosten	XXXIX
Tabelle 126: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Grünpflege - Personalkosten	XXXIX
Tabelle 127: Modelle und Koeffizienten für Kosten Grünpflege - Sach- und Materialkosten	XL
Tabelle 128: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Grünpflege - Sach- und Materialkosten	XL
Tabelle 129: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Grünpflege - Sach- und Materialkosten	XL
Tabelle 130: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Grünpflege - Sach- und Materialkosten	XLI
Tabelle 131: Modelle und Koeffizienten für Kosten Grünpflege - Fremdkosten	XLI
Tabelle 132: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Grünpflege - Fremdkosten.....	XLI
Tabelle 133: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Grünpflege - Fremdkosten.....	XLII
Tabelle 134: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Grünpflege - Fremdkosten.....	XLII
Tabelle 135: Modelle und Koeffizienten für Kosten Winterdienst - Personalkosten.....	XLIII
Tabelle 136: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Winterdienst - Personalkosten	XLIV
Tabelle 137: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Winterdienst - Personalkosten	XLIV
Tabelle 138: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Winterdienst - Personalkosten	XLV
Tabelle 139: Modelle und Koeffizienten für Kosten Winterdienst - Sach- und Materialkosten	XLV

Tabellenverzeichnis

Tabelle 140: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Winterdienst - Sach- und Materialkosten	XLV
Tabelle 141: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Winterdienst - Sach- und Materialkosten	XLVI
Tabelle 142: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Winterdienst - Sach- und Materialkosten	XLVI
Tabelle 143: Modelle und Koeffizienten für Kosten Winterdienst - Fremdkosten	XLVI
Tabelle 144: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Winterdienst - Fremdkosten.....	XLVI
Tabelle 145: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Winterdienst - Fremdkosten.....	XLVII
Tabelle 146: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Winterdienst - Fremdkosten	XLVII
Tabelle 147: Modelle und Koeffizienten für Kosten tech. Dienste - Personalkosten	XLVII
Tabelle 148: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten tech. Dienste - Personalkosten	XLVIII
Tabelle 149: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten tech. Dienste - Personalkosten	XLVIII
Tabelle 150: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten tech. Dienste - Personalkosten.....	XLVIII
Tabelle 151: Modelle und Koeffizienten für Kosten tech. Dienste - Sach- und Materialkosten.....	XLIX
Tabelle 152: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten tech. Dienste - Sach- und Materialkosten	XLIX
Tabelle 153: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten tech. Dienste - Sach- und Materialkosten	XLIX
Tabelle 154: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten tech. Dienste - Sach- und Materialkosten	L
Tabelle 155: Modelle und Koeffizienten für Kosten tech. Dienste - Fremdkosten	L
Tabelle 156: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten tech. Dienste - Fremdkosten.....	LI
Tabelle 157: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten tech. Dienste - Fremdkosten.....	LI
Tabelle 158: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten tech. Dienste - Fremdkosten	LI
Tabelle 159: Modelle und Koeffizienten für Personalkosten Overhead	LII
Tabelle 160: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Personalkosten Overhead	LV
Tabelle 161: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Personalkosten Overhead.....	LVI
Tabelle 162: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Personalkosten Overhead	LVII
Tabelle 163: Modelle und Koeffizienten für Kosten Fahrzeuge und Geräte	LVIII
Tabelle 164: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Fahrzeuge und Geräte.....	LXI
Tabelle 165: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Fahrzeuge und Geräte	LXI
Tabelle 166: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Fahrzeuge und Geräte	LXII
Tabelle 167: Datenbank-Tabelle für Kosten-Attribute	LXIII
Tabelle 168: Datenbank-Tabelle für Kostenart-Attribute	LXIII
Tabelle 169: Datenbank-Tabelle für Prozess-Attribute	LXIII
Tabelle 170: Datenbank-Tabelle für Gemeinde Informations-Attribute	LXIV
Tabelle 171: Datenbank-Tabelle für Strassennetz Informations-Attribute.....	LXX
Tabelle 172: Datenbank-Tabelle für Privatbahn Informations-Attribute.....	LXXV
Tabelle 173: Datenbank-Tabelle für Schienennetz Informations-Attribute.....	LXXX
Tabelle 174: Datenbank-Tabelle für Kunstbaute-Attribute	LXXXVI
Tabelle 175: Datenbank-Tabelle für Kunstbaute Art-Attribute.....	LXXXVI
Tabelle 176: Daten der teilnehmenden Gemeinden.....	LXXXVII
Tabelle 177: Angaben der teilnehmenden Privatbahnen	CXV

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verhältnis zwischen Schlüsselleistungsindikatoren, Leistungsindikatoren und Leistungsmessgrößen	9
Abbildung 2: Messgrößen zur Herleitung von Schlüsselleistungsindikatoren	9
Abbildung 3: Datenerfassung Schritte.....	22
Abbildung 4: Beispiel Testfragebogen Gemeindestrasse	24
Abbildung 5: Beispiel Fragebogen Hauptuntersuchung Gemeindestrasse	25
Abbildung 6: Fragebogen Gemeindestrassen – Vollständigkeitsauswertung.....	28
Abbildung 7: Fragebogen Privatbahnen - Vollständigkeitsauswertung	29
Abbildung 8: Kostenstruktur für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung auf Gemeindestrassen.....	48
Abbildung 9: Kostenstruktur für Überwachung und Unterhalt bei Privatbahnen	48
Abbildung 10: Regressionsanalyse, Beispiel Reinigungskosten → Personalkosten Reinigung	51
Abbildung 11: BET-Prozess (angepasst nach García de Soto, 2014)	52
Abbildung 12: Vorgehensschritte für die Herleitung der Leistungsindikatoren und Schlüsselleistungsindikatoren in Verbindung mit Aufwand und Ertrag.....	75
Abbildung 13: Verhältnis zwischen Kosten Kleiner Baulicher Unterhalt und Zeit kleine baulicher Unterhalt (kbU)	79
Abbildung 14: Verhältnis zwischen Kosten Reinigung und Zeit Reinigung	80
Abbildung 15: Verhältnis zwischen Kosten Reinigung und Anzahl Betriebsstunden Wischfahrzeug ...	80
Abbildung 16: Verhältnis zwischen Kosten Reinigung und der normalisierten, effektiv gereinigten Fläche (total m ² pro Jahr)	81
Abbildung 17: Verhältnis zwischen Kosten Reinigung und Anzahl Abfalleimer und Robidog	81
Abbildung 18: Verhältnis zwischen Kosten Grünpflege und Zeit Grünpflege	82
Abbildung 19: Verhältnis zwischen Kosten Grünpflege und Fläche Grünpflege – ohne Ausreisser	83
Abbildung 20: Verhältnis zwischen Kosten Grünpflege und Grünfläche im Strassenraum – ohne Ausreisser	83
Abbildung 21: Verhältnis zwischen Kosten Winterdienst und Zeit Winterdienst.....	84
Abbildung 22: Verhältnis zwischen Kosten Winterdienst und Salzverbrauch	85
Abbildung 23: Verhältnis zwischen Kosten Tech. Dienste / Strassenbeleuchtung und Anzahl Strassenbeleuchtung	86
Abbildung 24: Verhältnis zwischen Kosten Overhead und Zeit Overhead.....	86
Abbildung 25: Verhältnis zwischen Kosten Fahrzeuge und Anzahl Fahrzeuge	87
Abbildung 26: Verhältnis zwischen Kosten Fahrzeuge und Anzahl Schneepflüge	88
Abbildung 27: Kennzahlenkategorien auf verschiedenen Stufen – Beispiel Gemeinden	92
Abbildung 28: Typische Box-und-Whisker Plot-Darstellung	93
Abbildung 29: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung / Gesamtfläche Verkehr	100
Abbildung 30: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung / Total Zeitaufwand Std.....	101
Abbildung 31: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten kleiner baulicher Unterhalt / Gesamtfläche Verkehr.....	102
Abbildung 32: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Reinigung / Gesamtfläche Verkehr	103
Abbildung 33: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Grünpflege / Grünfläche .	104
Abbildung 34: Box-and-whisker plot für Kosten Grünpflege / Grünfläche (ohne Ausreisser).....	104
Abbildung 35: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Winterdienst / Gesamtfläche Verkehr	105

Abbildung 36: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten technische Dienste / Laufmeter	106
Abbildung 37: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Overhead-Kosten / Gesamtfläche Verkehr	107
Abbildung 38: Box-and-whisker plot für Fahrzeugkosten / Laufmeter	108
Abbildung 39: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Gesamtkosten Überwachung und Instandhaltung / Hauptgleiskilometer	118
Abbildung 40: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Instandhaltung und Überwachung Bau / Hauptgleiskilometer	119
Abbildung 41: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Reinigung und Winterdienst / Anzahl Bahnhöfe	120
Abbildung 42: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Grünpflege / Hauptgleiskilometer	121
Abbildung 43: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Instandhaltung und Überwachung EA / Hauptgleiskilometer	122
Abbildung 44: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Overhead-Kosten / Hauptgleiskilometer	123
Abbildung 45: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Fahrzeugkosten / Hauptgleiskilometer	124
Abbildung 46: Kosten nach Kategorien (prozentual)	128
Abbildung 47: Kosten nach Kostentypen (prozentual)	129
Abbildung 48: Kosten nach Kategorien (absolut und prozentual)	129
Abbildung 49: Kosten nach Kostentyp (absolut und prozentual)	130
Abbildung 50: Detailkosten (absolut).....	130
Abbildung 51: Totalkosten nach Kategorie (relativ zur Verkehrsfläche).....	131
Abbildung 52: Abweichung der Totalkosten pro Kategorie gegenüber anderen Gemeinden (relativ zur Verkehrsfläche)	131
Abbildung 53: Abweichung der Detailkosten gegenüber dem Mittelwert der anderen Gemeinden	132
Abbildung 54: Kosten nach Kostentyp (relativ zur Verkehrsfläche).....	133
Abbildung 55: Kostenverteilung andere Gemeinden pro Kategorie (relativ zur Verkehrsfläche)	133
Abbildung 56: Kostenverteilung andere Gemeinden pro Kategorie (relativ zur Verkehrsfläche)	134
Abbildung 57: Benchmark und eigene Kosten Totalkosten	135
Abbildung 58: Kostenvergleich nach Kategorie (prozentual) - gestrichelte Linie (Grau) = Eigene Kosten; durchgezogene Linie (Orange)= Durchschnittskosten	136
Abbildung 59: eigene Kosten nach Kategorien (prozentual).....	136
Abbildung 60: Durchschnittskosten nach Kategorie (prozentual, relativ zur Verkehrsfläche)	137
Abbildung 61: Kostenvergleich nach Kostentyp (prozentual) - gestrichelte Linie (Grau) = Eigene Kosten; durchgezogene Linie (Orange)= Durchschnittskosten	137
Abbildung 62: Eigene Kosten nach Kostentyp (prozentual).....	138
Abbildung 63: Durchschnittskosten nach Kostentyp (prozentual).....	138
Abbildung 64: Kosten nach Kategorien (prozentual)	140
Abbildung 65: Kosten nach Kostentypen (prozentual)	140
Abbildung 66: Kosten nach Kategorien (absolut und prozentual)	141
Abbildung 67: Kosten nach Kostentyp (absolut und prozentual)	141
Abbildung 68: Detailkosten nach Kategorie und Kostentyp (absolut)	142
Abbildung 69: Kosten nach Kategorie (relativ zur Länge der Hauptgeleise).....	142
Abbildung 70: Abweichung der Kosten nach Kategorie gegenüber dem Mittelwert der anderen Bahnen.....	143

Abbildung 71: Abweichung der Detailkosten nach Kategorie und Kostentyp gegenüber dem Mittelwert der anderen Bahnen	144
Abbildung 72: Kosten nach Kostentyp (relativ zur Länge der Hauptgeleise)	144
Abbildung 73: Kostenverteilung andere Bahnen nach Kategorie (relativ zur Länge der Hauptgeleise)	145
Abbildung 74: Kostenverteilung andere Gemeinden nach Kostentyp (relativ zur Länge der Hauptgeleise).....	145
Abbildung 75: Benchmark und eigene Kosten Totalkosten	146
Abbildung 76: Kostenvergleich nach Kategorie (prozentual) - gestrichelte Linie (Grau) = Eigene Kosten; durchgezogene Linie (Orange)= Durchschnittskosten	147
Abbildung 77: Eigene Kosten nach Kategorien (prozentual).....	147
Abbildung 78: Durchschnittskosten nach Kategorie (prozentual, relativ zur Länge Hauptgeleise)....	148
Abbildung 79: Kostenvergleich nach Kostentyp (prozentual) - gestrichelte Linie (Grau) = Eigene Kosten; durchgezogene Linie (Orange)= Durchschnittskosten	148
Abbildung 80: eigene Kosten nach Kostentyp (prozentual).....	149
Abbildung 81: Durchschnittskosten nach Kostentyp (prozentual, relativ zur Länge Hauptgeleise) ...	149
Abbildung 82: Box-and-whisker plot für Ursprungskosten und angepasster Kosten für Reinigung und Winterdienst.....	156
Abbildung 83: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Reinigung / Gesamtfläche Verkehr (normalisiert für den Medianwert für die gesamte gereinigte Fläche).....	157
Abbildung 84: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Winterdienst / Gesamtfläche Verkehr (normalisiert für den Medianwert für die Anzahl Schneetage)	158
Abbildung 85: Typische grafische Darstellung von Skaleneffekten	159
Abbildung 86: Skaleneffekte für die betrieblichen Unterhalts- und Instandhaltungskosten pro Laufmeter gegenüber Laufmeter Strassennetz.....	160
Abbildung 87: Skaleneffekte für die betrieblichen Unterhalts- und Instandhaltungskosten pro Quadratmeter gegenüber Gesamtfläche Verkehr Gemeinde.....	160
Abbildung 88: Skaleneffekte für die Kosten kleiner baulicher Unterhalt pro Laufmeter gegenüber Laufmeter Strassennetz.....	161
Abbildung 89: Skaleneffekte für die Kosten kleiner baulicher Unterhalt pro Quadratmeter gegenüber Gesamtfläche Verkehr Gemeinde (ohne Drittflächen)	161
Abbildung 90: Skaleneffekte für die Kosten Reinigung pro Quadratmeter gegenüber Gesamtfläche Verkehr Gemeinde	162
Abbildung 91: Skaleneffekte für die Kosten Reinigung pro total gereinigter Fläche gegenüber Gesamtfläche Verkehr Gemeinde	162
Abbildung 92: Skaleneffekte für die Kosten Grünpflege pro Grünfläche gegenüber Grünfläche im Strassenraum.....	163
Abbildung 93: Skaleneffekte für die Kosten Grünpflege pro Quadratmeter gegenüber Gesamtfläche Verkehr Gemeinde (ohne Drittflächen)	163
Abbildung 94: Skaleneffekte für die Kosten Winterdienst pro Quadratmeter gegenüber Gesamtfläche Verkehr Gemeinde	164
Abbildung 95: Skaleneffekte für die Kosten Unterhalt Privatbahnen pro Hauptgleiskilometer gegenüber Hauptgleiskilometer.....	165
Abbildung 96: Skaleneffekte für die Überwachung und Instandhaltung Bau pro Hauptgleiskilometer gegenüber Hauptgleiskilometer.....	166
Abbildung 97: Skaleneffekte für die Reinigung und Winterdienst pro Hauptgleiskilometer gegenüber Hauptgleiskilometer	166
Abbildung 98: Skaleneffekte für die Reinigung und Winterdienst pro Anzahl Bahnhöfe gegenüber Hauptgleiskilometer	167

Abbildung 99: Skaleneffekte für die Reinigung und Winterdienst pro Anzahl Bahnhöfe gegenüber Anzahl Bahnhöfe	167
Abbildung 100: Skaleneffekte für die Grünpflege pro Hauptgleiskilometer gegenüber Hauptgleiskilometer	168
Abbildung 101: Teile des BI-Systems und ihre technischen Betreiber.....	169
Abbildung 102: Schritte des Datenmanagement-Prozesses	171
Abbildung 103: Gemeinde Fragebogen (Tabellenblatt für Dateneingabe durch den Benutzer)	172
Abbildung 104: Fragebogen Musterhausen (Tabellenblatt mit Daten in Form für Datenintegration).....	173
Abbildung 105: Daten der Gemeinde im Core Datawarehouse.....	173
Abbildung 106: Daten der Gemeinde als Teil des Datamarts (Faktentabelle Kosten).....	174
Abbildung 107: Datenmodell des Core Datawarehouses	175
Abbildung 108: Datamarts (Fakten- und Dimensionentabellen)	175
Abbildung 109: Screenshot Web-Applikation Gemeinden, „Kostenverteilung“	178
Abbildung 110: Screenshot Web-Applikation Gemeinden, „Vergleich Gesamtkosten“	179
Abbildung 111: Screenshot Web-Applikation Gemeinden, „Vergleich Kennzahlen“	180
Abbildung 112: Screenshot Web-Applikation Gemeinden „Vergleich Kostenstruktur“	181
Abbildung 113: Datacenter und Server der Webapplikation.....	182
Abbildung 114: Aufruf der Webapplikation durch den Endbenutzer	183
Abbildung 115: Zuordnung der Plattformen im Admin-Kit.....	183
Abbildung 116: Struktur Erhaltung gemäss SIA 469.....	I
Abbildung 117: Tätigkeiten Erhaltung gemäss VSS SN 640 900a	III
Abbildung 118: EN15341 Methodik zur Definition und zur Anwendung der KPI's für den Unterhalt... ..	XI
Abbildung 119: Vollständigkeit der Datensätze der Gemeinden	CXIV
Abbildung 120: Vollständigkeit der Angaben der Datensätze der Privatbahnen	CXX

Glossar

Begriff (Abkürzung)	Definition
AIC	Akaike Information Criterium - dt. Akaikes Informationskriterium.
Ausbau / Erweiterung	Die bestehende Anlage wird ausgebaut, das Mengengerüst der Anlagen nimmt zu.
Bahnstromanlagen	Beinhaltet gemäss D RTE 29900 (Regelwerk Technik Eisenbahn: Minimalanforderung Netzzustandsbericht): Fahrleitungsanlagen, Unterwerke, Schaltposten, Mittelspannungsanlagen, Leitsysteme, Transformatoren, Gleichrichter, Übertragungsleitungen, Umrichter, Umformer, Wagnvorheizanlagen, etc.
Benchmark	Benchmarking (sinngemäss „Maßstäbe vergleichen“) bezeichnet die vergleichende Analyse von Ergebnissen oder Prozessen mit einem festgelegten Bezugswert oder Vergleichsprozess.
Bestimmtheitsmass R^2	Das Bestimmtheitsmaß (auch Determinationskoeffizient) ist ein Maß der Statistik für den erklärten Anteil der Variabilität (Varianz) einer abhängigen Variablen durch ein statistisches Modell. Indirekt wird damit auch der Zusammenhang zwischen der abhängigen und den unabhängigen Variablen gemessen (siehe Fehlerreduktionsmaße). Das Bestimmtheitsmaß wird meist als R^2 oder auch B notiert.
Betrieblicher Unterhalt	Umfasst die baulichen und technischen Massnahmen zur Gewährleistung der Betriebssicherheit und der Anlagen (Bewahrung der Gebrauchstauglichkeit). Diese sind in erster Linie. Reinigung, Pflege, Wartung, Instandhaltung und Kleinreparaturen.
Bundesamt für Verkehr (BAV)	Bundesamt für Verkehr.
Drittleistungen	Dienstleistungen welche durch Dritte erbracht werden.
Effizienz	Effizienz (lat: efficere „zustande bringen“) beschreibt das Verhältnis vom Nutzen zum Aufwand, mit welchem der Nutzen erzielt wird. Mathematisch dargestellt sieht Effizienz in etwa folgendermassen aus: Effizienz = Nutzen/Aufwand. Mit einem effizienten Verhalten kann ein grösstmöglicher Nutzen beim geringstnötigen Aufwand erzielt werden. Entweder versucht man dabei, mit einem gegebenen Aufwand einen maximalen Nutzen zu erzielen. Oder man versucht, einen gegebenen Nutzen mit einem möglichst geringen Aufwand zu erzielen.
Einflussfaktor	Faktor, welcher die Kosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung beeinflusst - entspricht in etwa den Leitungsmessgrössen.
Erneuerung	Die Erneuerung hat zum Ziel, das Bauwerk mindestens in Teilen in einen dem ursprünglichen Neubau vergleichbaren Zustand zu setzen.
Harmonisiertes Rechnungsmodell (HRM)	Das harmonisierte Rechnungsmodell beabsichtigt: dass die Rechnungslegung von Bund, Kantonen und Gemeinden wird vereinheitlicht. dass HRM2 bringt eine verbesserte und logischere Darstellung der funktionalen und volkswirtschaftlichen Gliederung und damit eine Angleichung an das privatwirtschaftliche Rechnungswesen. dass die Rechnungslegung die finanziellen Reserven der Gemeinden offen darstellt und so eine tatsächliche Darstellung der Finanzlage der öffentlichen Körperschaften ermöglicht.

HGkm	Hauptgleiskilometer: Die Bezugsgrösse Hauptgleiskilometer umfasst die durchgehenden Gleise für Zugfahrten in den Stationen und auf den Strecken, welche im Personen- und Güterverkehr genutzt werden.
Instandhaltung	Bewahrung der Gebrauchstauglichkeit durch einfache und regelmässige Massnahmen.
Instandsetzung	Die Instandsetzung dient dazu, das Bauwerk bzw. seine Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit für eine festgelegte Dauer wiederherzustellen; Sie umfasst in der Regel Arbeiten grösseren Umfangs (SIA Norm 469).
Korrigiertes Bestimmtheitsmass (adj. R^2)	Das Bestimmtheitsmass R^2 hat die Eigenschaft, dass es umso größer wird, je größer die Zahl der unabhängigen Variablen ist. Und zwar unabhängig davon, ob weitere unabhängige Variablen wirklich einen Beitrag zur Erklärungskraft liefern. Daher ist es ratsam, das korrigierte Bestimmtheitsmass (auch bereinigtes, adjustiertes oder angepasstes Bestimmtheitsmass genannt) zu Rate zu ziehen.
Leistungsindikatoren (performance indicators PIs)	Leistungsmessgrösse - relevant Messgrösse in Bezug auf eine Kostenposition.
Leistungsmessgrössen (performance measures PMs)	Messgrössen zur Bestimmung eines Indikators.
Leistungsvereinbarung (LV)	Vereinbarung der Leistungen des BAV zur Investitionsrechnung
MAPE	Mean Absolute Percentage Error - Prozentsatz des absoluten Fehlers des Erwartungswertes (-> is a measure of prediction accuracy of a forecasting method in statistics, for example in trend estimation).
Other - Kosten	Sonstige Kosten - welche nicht eindeutig auf die Kostenkategorien und Kostentypen zuweisbar sind.
Overhead	Leistungen der Führung, Controlling und Administration.
Privatbahn	Bezieht sich somit auf die Bahnen unter den KTU (Konzessionierte Transportunternehmen), welche privat-rechtlich organisiert sind.
Regressionsgleichung BET	Rückwärts-Eliminations-Technik (Backward Elimination Technique).
Schlüsselleistungsindikatoren (key performance indicators KPIs)	Schlüsselrelevante Messgrösse in Bezug auf eine Kostenposition - wenn daran Veränderungen vorgenommen werden sind diese unmittelbar in den Kostenwiderspiegeln.
Sicherungsanlagen	Beinhaltet gemäss D RTE 29900 (Regelwerk Technik Eisenbahn: Minimalanforderung Netzzustandsbericht): Stellwerke, Zugsbeeinflussung, Zugkontrolleinrichtungen, Weichenausrüstungen, bahnübergangsanlagen, Leittechnik Sicherungsanlagen, etc.
Überwachung	Bestandteile der Überwachung sind: Die Beobachtung, die Inspektion, die Kontrollmessung und die Funktionskontrolle (SIA 469).
Umstandsfaktor (Hardship factor)	Einflussfaktor, welcher nicht vordergründig durch die Betreiberorganisation beeinflusst werden kann: Wetter, Netzgrösse, etc.
Unterhalt	Der Unterhalt ist ein Teil der Erhaltung und umfasst verschiedene Tätigkeiten: die Instandhaltung, die Instandsetzung und die Erneuerung.

<p>Wirkungsorientierte Verwaltungsführung (WOV)</p>	<p>die wirkungsorientierte Verwaltungsführung basiert vor allem auf drei Säulen:</p> <ul style="list-style-type: none">- Konkretisierung der Steuerungsvorgaben durch Leistungs- und Wirkungsziele, nicht - wie herkömmlich - durch Mittelbereitstellung. Das geschieht meist durch Leistungsaufträge;- Gewährung von mehr Entscheidungsfreiraum für Verwaltungsmanager im Einsatz der Ressourcen (meist durch das Globalbudget);- Verwendung von wettbewerbsnahen Anreizmechanismen. <p>Mit diesen drei Hauptelementen soll der Fokus der politischen Steuerung von (zu) starker Ressourcen- zu vermehrter Leistungs- und Wirkungsorientierung gelenkt und die strategische Perspektive gestärkt werden ("Tun wir die richtigen Dinge"). Gleichzeitig soll das Management in der öffentlichen Verwaltung verbessert werden.</p>
---	--

Zusammenfassung

Das Projekt hat bestätigt, dass in Bezug auf die effiziente Durchführung des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung Forschungsanstrengungen unternommen werden sollen. Die Datenlage bei den Betreiberorganisationen ist noch sehr heterogen und in Bezug auf den Umfang nur sehr unterschiedlich vorhanden. Umgekehrt steigt der Wille, die Mittel effizient einzusetzen und sich hierzu auch mit anderen Betreiberorganisationen zu vergleichen.

Einflussfaktoren, Messgrößen und Leistungsindikatoren

Für die Gemeinden konnte aus den Messgrößen der Fragebogen mittels der Regressionsanalyse Indikatoren ermittelt werden, welche einen massgebenden Einfluss auf die betrieblichen Unterhaltskosten der Gemeindestrassen haben. Diese Leistungsindikatoren wurden in der Folge zu den Schlüsselleistungsindikatoren abgeleitet. Einige Schlüsselleistungsindikatoren wie der Personalaufwand in Zeit sind offensichtlich und im Fokus jeder Betreiberorganisation. Weitere Leistungsindikatoren müssen aufgrund der dünnen Datenlage erst noch bestätigt werden, dass sie sich in Bezug auf Aussagen zur Kosteneffizienz bewähren.

Die Datenlage bei den Privatbahnen war für eine statistisch relevante Auswertung zu gering. Es konnten wohl Kennzahlen für die einzelnen Betreiberorganisationen ermittelt werden, aufgrund von unterschiedlichen Reportingansätzen, wurde eine erhebliche Streuung festgestellt, wodurch der direkte Vergleich der Unternehmen mit den vorliegenden Daten differenziert betrachtet werden muss.

Skaleneffekte

Skaleneffekte konnten im Ansatz entdeckt werden. Die Untersuchungen sind aber weiterzuführen. Insbesondere in operativen Tätigkeitsbereichen, welche beeinflusst werden können. Denn solche Hinweise helfen in der Entscheidungsfindung von strategischen Zielsetzungen und daraus abgeleitet in den operativen Massnahmen.

Kennzahlensystem und Prognose

Die entwickelten Kennzahlensysteme ermöglichen den Vergleich von Betreiberorganisationen bei Gemeinden oder Privatbahnen. Die aggregierten, übergeordneten Vergleichsgrößen lassen Vergleiche zu, um allfällige Optimierungspotenziale einzugrenzen, welche in einer vertieften Analyse noch effektiver ermittelt werden können. So kann von der Kostenkategorie, die Vertiefung zum Kostentyp erfolgen. Auf diesen Stufen müssen dann die verschiedenen Einflussfaktoren wie Leistungsniveaus etc. mit in die Betrachtung aufgenommen werden.

Mit dem Ansatz der Anpassungsfaktoren wurde ein Weg beschritten, um die einzelnen Betriebsorganisationen vergleichbarer zu machen. Faktoren, welche nicht durch die Betreiber beeinflusst werden können (Wetter, Höhenlage etc.) sollten mittels Normalisierung vereinheitlicht werden, so dass ein Vergleich auf einer einheitlichen Masseinheit erfolgen kann. Im Ansatz ist dies exemplarisch gelungen. Für eine breite Anwendung in allen Bereichen ist aber die Datenbasis zu gering und mit zu vielen Unsicherheiten behaftet, um eine aussagekräftige Prognose zu erstellen.

Kontenplan – Vorschlag

Die Datenlagen bei den Betreiberorganisationen sowohl bei den Gemeinden als auch den Privatbahnen sind sehr heterogen und in unterschiedlicher Tiefe vorhanden. Die vorgeschlagene Struktur eines Kontenplans kann mithelfen, eine bessere Vergleichbarkeit durch vollständigere und einheitlichere Daten zu erreichen. Dies bedarf einer Standardlösung in der Branche, welche für die eine oder andere Organisation gewisse Umstellungen in im Reporting hervorrufen dürfte.

Webapplikation Inframonitor

Die Daten der teilnehmenden Organisationen konnten in einer zentralen Datenbank abgelegt werden. Daraus abgeleitete Kennzahlen können in der Webapplikation „Inframonitor“ abgebildet und den teilnehmenden Organisationen zugänglich gemacht werden.

Executive Summary

This project has confirmed that research efforts have to be made regarding the efficient procedure of the operational maintenance and repair. Data available in the operating organizations is still very heterogeneous and with huge differences in scale. At the same time, there is an increasing desire to efficiently use resources and, therefore, to compare with other operating organizations.

Influencing factors, measures and performance indicators

The indicators for the communities could be determined from the measured variables from the questionnaire by means of regression analysis, which have a significant influence on the operational maintenance costs of local roads. These performance indicators formed the bases for the determination of the key performance indicators. Some key performance indicators, such as personnel expenses per unit of time, are obvious and already used by many operating organizations. Due to insufficient available data, other performance indicators still need confirmation to prove they are worth in terms of statements about the cost-efficiency of operations.

Although the data available from the private railway organizations was not sufficient for a regression analysis that yielded statistically meaningful results, it was possible using expert opinion and the data available to propose reasonable performance indicators.

The values of the performance indicators, however, need to be interpreted with care. A large portion of the variation in the values observed between organizations is most likely due to the considerable differences in the ways the data was reported by the different organizations.

Economies of scale

Economies of scale have been detected. The studies are to be continued, particularly in operational areas of activity which may be affected. This information helps in the decision making of strategic objectives and, in consequence, the operational measures.

Performance measurement system and forecast

The developed performance measurement systems allows for the comparison of operating organizations in communities or private railways. The aggregated, higher-level evaluations, present a limitation for any optimization, which can be determined more effectively in a depth analysis. Thus an in-depth investigation was conducted by using the different cost types (personal, material, third-party) for each cost category (e.g., green keeping, winter services, cleaning). At this level, different factors, such as the levels of service, could be considered.

With the approach of adjustment factors, a path has been treaded to make the individual operating organizations comparable. Factors which cannot be influenced by the operator (e.g., weather, altitude) should be unified by means of normalization, so that a comparison on a uniform unit of measurement can be done. In some cases this approach has proven to successful, but a broad application in all sectors of the database was too low and with too many uncertainties to create a meaningful forecast.

Accounting plan – Proposal

The data of the operating organizations in both the communities and the private railways are very heterogeneous and available at different levels of detail. The proposed structure of an accounting plan can help to achieve better comparability by creating a framework to allow for collection of data in a consistent way. This requires a standard solution in the industry, which is likely to cause certain changes in the reporting for some organizations.

Web application Inframonitor

The data of the participating organizations has been stored in a central database. The derived indicators have been displayed in the web application “Inframonitor” and have been made available to the participating organizations.

1 Einleitung

1.1 Motivation

Der Unterhalt der technischen Infrastrukturen¹ in der Schweiz (Anlagewert ca. 830 Mrd. CHF²) nimmt eine immer grösser werdende Bedeutung ein. Während in den letzten zwei Jahrzehnten in den technischen Aspekten der Infrastrukturerhaltung grosse Fortschritte erzielt wurden, insbesondere hinsichtlich optimale Erhaltung und der Effektivität der eingesetzten Verfahren und Mittel, wurde der Effizienz bzw. der Leistungsfähigkeit der verantwortlichen Betreiberorganisationen bis anhin vorwiegend in internen Optimierungsprogrammen Beachtung geschenkt. Eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dieser Thematik ist nicht vertieft durchgeführt worden. Dies ist erstaunlich, denn gemäss Erfahrungswerten aus dem Immobilienmanagement, belaufen sich die jährlich wiederkehrenden Kosten insgesamt auf rund 2% des Anlagewertes (Erfahrungswerte aus dem Immobilienmanagement³), d.h. mit einem Analogieschluss auf schätzungsweise 17 Mrd. CHF pro Jahr. In Anbetracht dieser hohen Beträge darf davon ausgegangen werden, dass diesbezüglich ein noch nicht ausgeschöpftes Potenzial mit entsprechenden Einsparmöglichkeiten vorhanden ist. Hier setzt das vorliegende Forschungsprojekt an. Vereinfacht abgeschätzt, könnte mit einer Effizienzsteigerung bei den Betreiberorganisationen von 10% rund 1.7 Mrd. CHF pro Jahr eingespart werden. Diese Annahmen beziehen sich gesamtheitlich auf die betrieblich Unterhalt- und Instandhaltungskosten für alle technischen Infrastrukturen.

Die Schlüssel zur Realisierung solcher Potenziale sind Transparenz und Wettbewerb. Transparenz wird geschaffen mit einheitlichen Strukturen bezüglich der Anlagen- und Kostendaten. Wettbewerb entsteht durch Benchmarking⁴, d.h. dem spartenspezifischen Vergleich der Leistung von Betreiberorganisationen.

Mit diesem Forschungsprojekt werden diese Zielsetzungen verfolgt:

1. Vergleich der Effizienz / Leistungsfähigkeit von Betreiberorganisationen im Bereich des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung / (Benchmarking inkl. Evaluation der Kostentreiber; vgl. Kap. 2.1)
2. Herleitung eines Modells zur Kostenprognose des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung
3. Bereitstellung einer Plattform zur Datenerfassung und einfachen Auswertung für die Betreiberorganisationen

¹ Die technische Infrastruktur umfasst verschiedene Anlagentypen: von den Verkehrsträgern Strasse und Schiene über die Wasserver- und -entsorgung, das Strom- und Gasversorgungsnetz bis hin zu Schutzbauten in den beispielsweise Bergen oder entlang von Gewässern. Oftmals sind diese Anlagen im Besitz der öffentlichen Hand. Die verschiedenen Anlagentypen lassen eine Auftrennung im Unterhalt zu, auch wenn bei einzelnen Synergien vorhanden sind. In diesem Projekt werden nur die Gemeindestrassen und Privatbahnen behandelt. Mit rund 52'000 km Netzlänge bildet dieser Verkehrsträger die überwiegende Mehrheit der öffentlichen Strassen (Kantonsstrassen ca. 18'000 km, Nationalstrassen ca. 1'800 km). Als weitere Verkehrsträger widmet sich das Projekt dem Schienennetz der Privatbahnen. Alle Privatbahnen zusammen betreiben rd. 2'700 km Hauptgeleise – dies entspricht rd. 52% des Eisenbahnschienennetzes in der Schweiz.

² Fokusstudie NFP 54 „Was kostet das Bauwerk Schweiz in der Zukunft und wer zahlt dafür“; Schalcher et al, 2011

³ pom+Consulting AG, Zürich

⁴ Benchmarking ist ein systematischer und kontinuierlicher Prozess des Vergleichens von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen in qualitativer und/oder quantitativer Hinsicht zwischen zwei und mehreren Einheiten.

Die entwickelten Indikatoren, die für das Benchmarking verwendet werden, ermöglichen eine Einschätzung, wie Betreiberorganisationen im schweizweiten Vergleich aufgestellt sind. Sie identifizieren die Lücke zum „Branchenprimus“ und helfen diese Lücke zu schliessen.

Mit einer Datenplattform wird sichergestellt, dass die Vergleichbarkeit für die Betreiberorganisationen vereinfacht und die Erkenntnisse weiterhin in der Praxis angewandt werden können. Eine einfache Auswertung ist schnell und zuverlässig möglich.

1.2 Ziele

Das Hauptziel dieses Forschungsprojektes ist die Bestimmung von Leistungsindikatoren beziehungsweise Schlüsselleistungsindikatoren, welche in einem Kennzahlensystem verwendet werden können für den Vergleich der Leistung von Betreiberorganisationen in Bezug auf die Durchführung des betrieblichen Unterhalts und Instandhaltungsmassnahmen, welche für die Bewirtschaftung der technischen Infrastruktur sehr wichtig sind. Ein solches Kennzahlensystem wird ein quantitatives Benchmarking zwischen den verschiedenen Betreiberorganisationen ermöglichen und bildet damit die Grundlage für die Steigerung der Effizienz in der Ausführung von betrieblichem Unterhalt und Instandhaltungsmassnahmen der technischen Infrastruktur. Das Kennzahlensystem kann und soll die Vorlage für eine spätere Implementierung eines einheitlichen Kontenplans sein.

Die wissenschaftliche Zielsetzung dieses Forschungsprojekts besteht einerseits in der Herleitung von quantitativen Zusammenhängen zwischen den jährlichen Kosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung einer technischen Infrastruktur und den wo möglich kostenrelevanten technischen Merkmalen dieses Infrastruktursystems (Netzgrösse, Netzbelastung, Alter, Zustand, Topographie, Klima usw.) einerseits sowie den betriebswirtschaftlichen Eigenschaften der zuständigen Betreiberorganisation andererseits.

Aufgrund der Analysen lassen sich die folgenden Forschungsfragen beantworten:

- 1) Welches sind die bestimmenden, spartenspezifischen Einflussfaktoren auf die Kosten des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung der technischen Infrastruktur bei Gemeindestrassen und den Privatbahnen?
- 2) Lassen sich bei den Kosten des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung substantielle Skaleneffekte realisieren und wenn ja, in welcher Hinsicht und in welcher Grössenordnung?
- 3) Kann man aus dem Kennzahlensystem die Kosten des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung prognostizieren und wenn ja wie und mit welcher Genauigkeit.
- 4) Welches ist die optimale Dimensionierung der Betreiberorganisation (Personal und Hilfsmittel) für die Durchführung des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung einer bestimmten technischen Infrastruktur in Abhängigkeit von deren relevanten Merkmalen?

Der Entwicklung sind die folgenden Aktivitäten und zugehörigen Ergebnisse zuzuordnen:

- a) Entwicklung eines Kennzahlensystems für den Vergleich der Leistung zwischen den Betreiberorganisationen für die Durchführung des betrieblichen Unterhalts und von Instandhaltungsmassnahmen.
- b) Berechnungshilfe für die Vorhersage der Kosten des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung für die Betreiberorganisationen.
- c) Entwicklung eines standardisierten Kontenplans für die Erfassung der Kosten des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung.

- d) Entwicklung einer Datenplattform mit zugehöriger Datenbank zur Verwaltung des Kennzahlensystems mit den erforderlichen Auswertungen⁵.

1.3 Gliederung des Forschungsberichtes

Der Bericht ist gemäss dem Vorgehen wie folgt strukturiert:

Das Kapitel 2 umfasst den Beschrieb der Grundlage, was umfasst der betriebliche Unterhalt und die Instandhaltung in Bezug auf die Gemeindestrassen und Privatbahnen. Beschrieb von Kennzahlensystemen basierend auf entsprechenden Messgrössen.

Das Kapitel 3 wirft einen Blick auf bestehende Unterlagen und Kennzahlensysteme.

Das Kapitel 4 ist das Datenkapitel: Mit dem Beschrieb der relevanten Messgrössen soll aufgezeigt werden, was zu erheben ist und welche Messgrössen von Bedeutung sind. Die schrittweise Abfolge der Datenbeschaffung ist ebenso abgebildet wie die Entwicklung der Fragebogen und einen Zusammenzug von Erfahrungen, welche mit den teilnehmenden Betreiberorganisationen gemacht wurden.

Das Kapitel 5 beinhaltet die Auswertung der Daten basierend auf der definierten Kostenstruktur für Gemeinden und Privatbahnen. Die Regressionsauswertungen werden für die Entwicklung der Kostenmodelle verwendet. Die Kostenmodelle für jede Kostenkategorie und Kostentyp wurden individuell definiert. Aus den Leistungsmessgrössen wurden die Leistungsindikatoren bestimmt und im Fall der Gemeinden konnten Schlüsselleistungsindikatoren abgeleitet werden.

Das Kapitel 6 zeigt die erarbeiteten Kennzahlen. Die Kennzahlen sind auf Stufe Kostenkategorie und Kostentyp dargestellt. Eine individuelle Vertiefung für die teilnehmenden Organisationen ist nicht Teil des Forschungsprojektes. Das Kapitel beinhaltet ebenfalls den Beschrieb des entwickelten Kennzahlensystems und macht einen Vorschlag für einen einheitlichen Kontenplan. Im letzten Unterkapitel sind die Darstellungen des Inframonitors beschrieben (Webapplikation der Forschungsarbeit).

Das Kapitel 7 erläutert die Bestimmung der Anpassungsfaktoren. Abgeleitet aus der Regressionsanalyse können mittels geeigneter Anpassungsfaktoren sogenannten Umstandsfaktoren (Höhenlage, Schneetage etc.) ansatzweise aus dem Vergleich „normalisiert“ werden.

Das Kapitel 8 fokussiert auf die Herleitung von Skaleneffekte. Diese leiten sich ebenfalls aus den Regressionsmodellen von Kapitel 5 ab. Bei den Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung der Gemeindestrasse pro Quadratmeter bzw. pro Laufmeter lassen sich im Ansatz Skaleneffekte feststellen.

Das Kapitel 9 zeigt das Handling mit den Daten der Betreiberorganisationen. Vom Eingang über die Prüfung bis hin zur Bereitstellung und Verfügbarkeit für die Auswertung.

Das Kapitel 10 widmet sich der Web-Applikation. Der Darstellungsform der Resultate für die teilnehmenden Betreiberorganisationen.

Das Kapitel 11 beinhaltet die Schlussfolgerungen und die Empfehlungen für das weitere Vorgehen.

⁵ Die Daten werden in einer eigens dafür bereitgestellten Datenbank gespeichert und bewirtschaftet. Falls dies auf automatischem Wege nicht möglich wäre, wird eine definierte Datei-Schnittstelle zur Verfügung gestellt. Im nächsten Bearbeitungsschritt werden die importierten Daten in einem generischen Datenmodell zusammengefasst und mit Datenqualitätsfunktionen harmonisiert. Daraus werden die gewünschten, aggregierten Kennzahlen abgeleitet.

Kapitel 1 - Einleitung

Im Kapitel 12 werden die Referenzen beschrieben.

Anhänge:

Anhang A: Definitionen aus anderen Quellen

Anhang B: Schlüsselleistungskennzahlen - Key Performance Indicators

Anhang C: Bestehende Kennzahlensysteme

Anhang D: Verschiedene Unterlagen

Anhang E: Fragebogen Hauptuntersuchung Gemeindestrassen

Anhang F: Fragebogen Hauptuntersuchung Privatbahnen

Anhang G: Kostenmodell - Regressionsauswertung

Anhang H: Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

2 Grundlagen

2.1 Betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung

Der betriebliche Unterhalt und die Instandhaltung sind Tätigkeitsgruppen im Rahmen des Betriebs und der Erhaltung von Infrastrukturanlagen⁶. Der betriebliche Unterhalt beinhaltet die Ausführung von Massnahmen, die die Infrastruktur nicht verändern (z.B. Reinigung, Pflege). Die Instandhaltung umfasst die Ausführung von Massnahmen, welche die Infrastruktur unwesentlich oder nur in kleinem Ausmass verändern (z.B. Risse flicken). Weil es zwar eine verbreitete Meinung aber keine allgemein anerkannte Definition des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung gibt, sind unterschiedliche Handhabungen zwischen den Betreiberorganisationen zu erwarten. Diese Variationen sind oftmals abhängig von Organisationsmodellen, Regionen, Bedürfnisse und Zielsetzungen. Im Anhang A (Definitionen aus anderen Quellen) findet sich eine Zusammenstellung von Definitionen und deren unterschiedlichen Anwendung.

Für das Forschungsprojekt werden die Tätigkeiten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung bei Gemeindestrassen und Privatbahnen gemäss den folgenden Tabelle 1 bis Tabelle 4 verwendet.

⁶ Die Begrifflichkeit „Betrieb und Unterhalt“ bietet insbesondere im täglichen Gebrauch Interpretationsspielraum. Dies muss zwingend vorab geklärt werden, damit eine Vergleichbarkeit sichergestellt werden kann. Um Gleiches mit Gleichem vergleichen zu können, ist es notwendig, eine einfache, verständliche und nutzerfreundliche Definition zu verwenden. Dies muss eine klare Abgrenzung ermöglichen. Das gemeinsame Verständnis ist Voraussetzung für das Forschungsprojekt.

Kapitel 2 - Grundlagen

Tabelle 1: Gemeindestrassen - Beispiele betrieblicher Unterhalt

Infrastruktursektor	Infrastrukturtyp	Betriebliche Unterhalt
Gemeindestrassen	Strassen, Gehwege, Trottoir, Plätze, Abfallbehälter, Möblierungen	Manuelle Reinigung: <ul style="list-style-type: none"> - Strassenreinigung (trocken und nass) - Leeren von Papierkörben, Abfalleimer, Robidogbehälter - Reinigung WC-Anlagen - Reinigung Trottoir, Radwege, Haltestellen - Personenunterführungen, Parkierung, Plätze
		Maschinelle Reinigung: <ul style="list-style-type: none"> - Strassenreinigung (trocken und nass) - Reinigung Trottoir, Radwege, Haltestellen - Personenunterführungen, Parkierung, Plätze
	Strassenentwässerung	Reinigung Strassenentwässerung: <ul style="list-style-type: none"> - Schlammsammler - Rinnen - Kanalinstallationen / Oelabscheider
	Grünflächen im Strassenraum, Bäume	Grünpflege: <ul style="list-style-type: none"> - Mähen (Mittelstreifen, Randstreifen, Seitenräume, Böschungen) - Baumpflege - Bepflanzung - Unkraut- und Schädlingsbekämpfung, Düngung
	Strassen, Gehwege, Trottoir, Plätze	Winterdienst (Bekämpfung Winterglätte): <ul style="list-style-type: none"> - Ausbringen Streugüter (trocken/feucht) - Ausbringen Split - Betrieb Taumittelsprühanlagen - Freilegen von Entwässerungsschächten Winterdienst (Schneeräumung): <ul style="list-style-type: none"> - Schneeräumung - Pflügen - Schneeabfuhr - Handräumung
	Signale, Markierung, Leit- und Sicherheitseinrichtungen, Beleuchtung	Technischer Dienst (inkl. Beleuchtung): <ul style="list-style-type: none"> - Betrieblicher Unterhalt der Signale - Betrieblicher Unterhalt der Markierung - Betrieblicher Unterhalt von Leit- und Sicherheitseinrichtungen - Betrieblicher Unterhalt von Strassenschildern und Wegweisern - Betrieblicher Unterhalt von anderen technischen Einrichtungen - Betrieblicher Unterhalt der Beleuchtungseinrichtungen - Betrieblicher Unterhalt der Anschlussbauwerke

Kapitel 2 - Grundlagen

Table 2: Privatbahnen - Beispiele betrieblicher Unterhalt

Infrastruktursektor	Infrastrukturtyp	Unterhalt / Überwachung
Privatbahnen	Fahrbahn, Publikumsanlagen	Reinigung: <ul style="list-style-type: none"> - Fahrbahnreinigung (maschinell oder manuell) - Perronreinigung - Leeren von Abfalleimer - Reinigung WC-Anlagen
	Fahrbahn, Publikumsanlagen	Winterdienst: <ul style="list-style-type: none"> - Fahrbahnreinigung (maschinell oder manuell) - Perronreinigung - Weichen
	Grünflächen und Bäume	Grünpflege: <ul style="list-style-type: none"> - Mähen (Mittelstreifen, Randstreifen, Seitenräume, Böschungen) - Baumpflege - Bepflanzung - Unkraut- und Schädlingsbekämpfung, Düngung
	Fahrbahn, Fahrleitung, elektrische Anlagen, Beleuchtung, Kundeninformationen etc.	Technischer Dienst (inkl. Beleuchtung): <ul style="list-style-type: none"> - Betrieblicher Unterhalt der Signale - Betrieblicher Unterhalt von Leit- und Sicherheitsausrüstungen - Betrieblicher Unterhalt von Bahnstromanlagen - Betrieblicher Unterhalt von anderen technischen Einrichtungen - Betrieblicher Unterhalt der Beleuchtungseinrichtungen - Betrieblicher Unterhalt der Anschlussbauwerke

Tabelle 3: Gemeindestrassen: Beispiele Instandhaltung / kleiner baulicher Unterhalt

Infrastruktursektor	Infrastrukturtyp	Instandhaltung
Gemeindestrassen	Strassen, Rad- und Gehwege	örtliche Oberflächenverbesserung
		örtliche Erneuerung der Deckschicht (Spurrinnen oder andere Profilierungen)
		örtliche Belagserneuerung
		einzelne Belagsfugen verbessern
		Risse anfräsen und vergiessen
		Verfüllen von Schlaglöchern
		Sanierung von offenen Fugen und Nähten
	Kunstabauten	Lager prüfen und reinigen
		Kontrolle und Reinigung von Fahrbahnübergängen
		Reparatur von Entwässerungsanlagen

Tabelle 4: Privatbahnen: Beispiele Überwachung und Instandhaltung

Infrastruktursektor	Infrastrukturtyp	Instandhaltung
Privatbahnen	Fahrbahn Oberbau	Örtlicher Schienenersatz / Reparatur
		Maschinelles Stopfen und Planieren
		Kontrollen und Reinigung (bspw. von Fahrbahnübergängen)
	Fahrbahn	Schienen schleifen
	Fahrbahn, Weichen	Reparaturen
	Kunstabauten	Lager prüfen und reinigen
		Kontrolle und Reinigung
	Fahrbahn, Fahrleitung, elektrische Anlagen, Beleuchtung, Kundeninformationen etc.	Anlageteile prüfen und reparieren

2.2 Kennzahlensysteme

Eine wichtige Aufgabenstellung im Infrastrukturmanagementprozess ist sicherzustellen, dass die Prozesse wie erwartet ablaufen und ständig überprüft werden, um eine Verbesserung zu überwachen oder aufzuzeigen (oder erreichen). Dies kann durch eine detaillierte Untersuchung aller Prozesse oder durch die Verwendung eines Kennzahlensystems erfolgen, welche es ermöglicht, relativ rasch die Funktionalität von Prozessen festzustellen und anzuzeigen wo Verbesserungen möglich sind.

Kennzahlensysteme sind eine Zusammenstellung von Schlüsselleistungsindikatoren (Key Performance Indicators, KPI), welche sich aus Leistungsindikatoren (Performance Indicators, PI) erstellt sind, welche wiederum aus Leistungsmessgrößen (Performance Measures, PM) hergeleitet werden (Abbildung 1). PMs sind in der Regel Messgrößen aus Beobachtungen. Diese können zu PIs aggregiert werden. Folglich sind PIs Funktionen aus einer oder mehreren Messungen oder Beobachtungen. PIs messen wie gut eine Tätigkeit die gesetzten Zielsetzungen erreicht bzw. erfüllt. Der PI einer Tätigkeit ist ein Verhältnis zweier Variablen: Ertrag zum Aufwand einer Tätigkeit (output zu input). Daraus wird ersichtlich, dass PIs die Indikatoren der Leistungsfähigkeit oder Leistungserbringung sind.



Abbildung 1: Verhältnis zwischen Schlüsselleistungsindikatoren, Leistungsindikatoren und Leistungsmessgrößen

Ein KPI ist schliesslich die Aggregation oder Verdichtung von verschiedenen PIs (Kumar & Parida, 2008). Die PMs werden in drei Typen eingeordnet: Ertrag (output), Aufwand (input) und Umstandsfaktor (hardship factor) (Abbildung 2). Beispiele von Kennzahlensystem finden sich in der Literatur gemäss Kapitel 12.

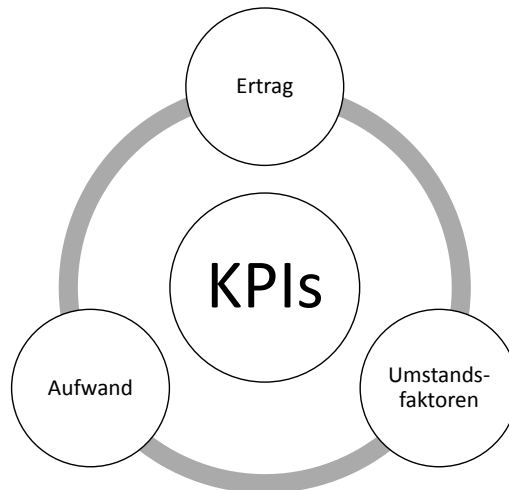


Abbildung 2: Messgrößen zur Herleitung von Schlüsselleistungsindikatoren

In der folgenden Tabelle 5 finden sich die relevanten Leistungsmessgrößen für Gemeindestrassen und Privatbahnen.

Kapitel 2 - Grundlagen

Tabelle 5: Kategorien der Leistungsmessgrössen

Kategorie	Definition	Gemessen durch	Beispiele für Gemeindestrassen	Beispiele für Privatbahnen
Ertrag (Output)	Elemente, Tätigkeiten, welche durch die Betreiber-organisationen erbracht werden. Die Anzahl, Grösse, Häufigkeit kann beeinflusst werden	Tätigkeiten	Fläche gereinigt	Laufmeter Fahrbahn gereinigt
			Anzahl Schächte gespült	Fläche Publikums-anlage gereinigt
			Anzahl Abfallbehälter geleert	Anzahl Abfallbehälter geleert
			Laufmeter Entwässerungsleitung gereinigt	
			Grünfläche gepflegt (mähen, pflegen)	Grünfläche gepflegt (mähen, pflegen)
			Fläche Winterdienst	Flächen Winterdienst
				Laufmeter Fahrbahn Winterdienst
Aufwand (Input)	Zur Verfügung stehende Mittel zur Erledigung der Massnahmen können als Aufwandgrösse definiert werden.	Bestand/ Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> - Mitarbeiter - Arbeitszeit - Fahrzeuge - Gerätschaften - Salzverbrauch - Fremdleistungen (Kosten) 	<ul style="list-style-type: none"> - Mitarbeiter - Arbeitszeit - Fahrzeuge - Gerätschaften - Salzverbrauch - Fremdleistungen (Kosten)
	Die vorhandenen Infrastrukturen werden ebenfalls als Aufwandgrösse betrachtet. Sie ergeben je nach Zustand des Objektes.	Bestand	<ul style="list-style-type: none"> - Flächen (Strassen, Gehwege, Plätze, Grünflächen) - Kunstbauten (Brücken, Tunnels etc.) - Alter und Zustand der Infrastruktur - Möblierung im Strassenraum (Bänke, Haltestellen, Brunnen) - Techn. Anlagen (Lichtsignalanlagen, Beleuchtung, etc.) - Bäume 	<ul style="list-style-type: none"> - HGkm (Hauptgleiskilometer) - Zahnradstrecken - Fahrleitung (Bahnstromanlagen) - Weichen - Kunstbauten (Brücken, Tunnels etc.) - Publikumsanlagen (Ausrüstung) - EA (elektrische Anlagen)Sicherungsanlagen - Alter und Zustand der Infrastruktur
	Leistungsniveau (Service Level); die geforderte Leistung ist entscheidend über den Aufwand	Anforderung	<ul style="list-style-type: none"> - Reinigungsintervall - Dringlichkeit der Erledigung - Pflegeintensität bei Grünflächen - Winterdienst Standards 	<ul style="list-style-type: none"> - Reinigungsintervall - Pflegeintensität bei Grünflächen - Winterdienst Standards

Kapitel 2 - Grundlagen

Tabelle 5 (fortgesetzt)

Kategorie	Definition	Gemessen durch	Beispiele für Gemeindestrassen	Beispiele für Privatbahnen
Umstandsfaktoren (Hardship factor)	Messgrössen, welche nicht durch die Betreiberorganisationen beeinflusst werden können und dennoch einen Einfluss auf die eingesetzten Mittel oder die erhaltene Resultate haben.	Die erzielten Erträge relativ zu den eingesetzten Ressourcen in Abhängigkeit zu den Umstandsfaktoren, welche nicht beeinflussbar sind durch die Betreiberorganisation	- Temperaturen - Frostwechsel - Niederschläge - Schneefall	- Temperaturen - Frostwechsel - Niederschläge - Schneefall
			Strassenuntergrund (Anzahl Netzwerke)	
			Höhenlage	Höhenlage
			Verkehrliche Belastung	Verkehrliche Belastung (Personen- oder Bruttotonnenkilometer)
	Der Zustand einer Infrastruktur wird durch die Massnahmen beeinflusst. In der Regel sind äussere Einflüsse entscheidender auf die zu leistenden Massnahmen. Aus diesem Grund nicht wirklich beeinflussbar.	Prüfung	- Zustand der Strassen - Zustand der Kunstbauten	Elemente des Netzzustandsberichtes

3 Bestehende Kennzahlensysteme

Auf der Suche nach bestehenden Kennzahlensystemen für den Beschrieb der Leistungsfähigkeit von Betreiberorganisationen im Bereich des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung von Strassen und Schienen wurde man nur bedingt fündig. Wie es scheint, lag der betriebliche Unterhalt und die Instandhaltung der Gemeindestrassen in der Schweiz lange Zeit nicht im Fokus von verbreiteten Kennzahlensystemen. Das BAV führt Statistiken bezüglich der eingesetzten Mittel für die Erneuerung. Der betriebliche Unterhalt bei der Schiene bzw. bei den Transportunternehmungen ist aber ebenfalls nicht in der Breite untersucht worden. Trotzdem wurde man innerhalb der Schweiz und international mit folgenden Resultaten fündig.

3.1 Gemeindestrassen

Leistungs- und Kosten-Controlling im Strassenunterhalt

Zehn bzw. zwölf Städte des Schweizerischen Städteverbandes erfassen seit rund zwanzig Jahren Kennzahlen bezüglich der strassenbedingten Grundaufgaben (betrieblicher Unterhalt, baulicher Unterhalt und Zusatzaufgaben). Die Finanzwerte kommen aus der Gemeinderechnung und werden durch weitere Angaben (absolute Werte der Kostenträger Winterdienst, Reinigung und bauliche Reparaturen, Leistungsmenge Flächen, inkl. ergänzende Angaben zu Reinigung und Winterdienst) ergänzt. Das Aggregationsniveau ist relativ hoch. Die Definition erfolgt gemäss Empfehlung Leistungs- und Kosten-Controlling im Strassenunterhaltsdienst (FES⁷, Edition 2000 – neu Fachorganisation Kommunale Infrastruktur)⁸.

Bundesamt für Statistik - Strassenrechnung

Das Bundesamt für Statistik führt seit Jahren die Strassenrechnung. Dabei werden die Ausgaben der Gemeinden im Bereich der Gemeindestrassen gesamtschweizerisch verglichen (gemäss Gemeinderechnung). Ein Output (bspw. erstellte Fläche, reparierte Laufmeter etc.) kommt in der Betrachtung nicht zur Anwendung. Die Finanzzahlen werden in Relation zu den Einwohnern gesetzt (strukturiert nach Investitionen in die Infrastruktur, betrieblicher Unterhalt und Verwaltung und Verkehrsregelung und Signalisation).

Harmonisiertes Rechnungsmodell der Gemeinden (HRM)

Die Granularität der Datengrundlage bietet Schwierigkeiten: Trotz HRM⁹ und HRM2 ist die Datenlage insbesondere für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung unzulänglich festgehalten. Unterschiedlich gewachsene Organisationsformen und unterschiedliche Organisationsgrössen führen zu unterschiedlichen Ausprägungen der Datenlage. Diese unterscheiden sich zuweilen historisch bedingt und zum Teil aufgrund von gestellten Anforderungen und haben sich infolge der personellen Zusammensetzung so ergeben. Eine standardisierte Organisationsform hat sich in der Schweiz aufgrund der unterschiedlichen Bedürfnisse bisher nicht durchgesetzt. Auch hieraus lässt sich ein gewisser Wandel erklären. Umstände wie Fusionen oder Verlagerung von Aufgaben führen zu neuen, den Gegebenheiten angepassten Organisationseinheiten.

Unterschiedlich Aufgabenstellungen führen zu unterschiedlichen Organisationsformen. Oftmals gehört nicht nur die Gemeindestrasse zum Aufgabengebiet einer Werkabteilung oder Tiefbauabteilung, sondern sind weitere Querschnittsaufgaben bei diesen Organisationseinheiten angegliedert. Womit es nicht einfach ist, diese Einheiten nur über die Anzahl Mitarbeiter zu definieren.

⁷ FES Fachorgan für Entsorgung und Strassenunterhalt des Schweizerischen Städteverbandes

⁸ Die Definition des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung dieses Forschungsprojektes ist nicht deckungsgleich. Wir beziehen beispielsweise die Pflege Strassengrün mit ein.

⁹ Harmonisiertes Rechnungsmodell und Harmonisiertes Rechnungsmodell 2.

KPI - Key Performance Indikatoren für Kantonsstrassenmanagement

Bei den Aufgabengebieten der Kantons- und Nationalstrassen konnte in den letzten Jahren eine Professionalisierung festgestellt werden. Mit der Fokussierung auf die Kernaufgaben bezüglich der Erfordernisse der Strassen ging auch eine zunehmende Bereitschaft zu Vergleichen einher – (KPI-Kantonsstrassen: Richmond et al., Mai 2013, Anhang C.2.2). Oder beispielsweise der Vergleich zwischen den Gebietseinheiten der Nationalstrassen, welcher angestrebt wird oder zum Teil bereits intern durchgeführt wird. Die Schwierigkeit die sich bei den Strassen systembedingt ergibt, ist der unterschiedliche Einfluss von Wetter, der Abnutzung der Infrastruktur (Strasse, Kunstbaute oder Ausrüstung) und die unterschiedliche Geographie – oder eine Kombination dieser Elemente.

Auf internationaler Ebene wurden weitere Anstrengungen in diese Richtung unternommen. Vergleiche hierzu im Anhang C Bestehende Kennzahlensysteme:

Anhang C.1.1 CA-Strassen: Cook et al. Eine Untersuchung bezüglich Betrieb und Instandstellung von Nationalstrassen (Highways) in Kanada.

Der Anhang C.2.1 Strassen US-NCHRP fokussiert auf Instandsetzung und Erneuerung von Nationalstrassen (Highways) in den USA. Dabei werden auch Bedürfnisse von Strassennutzen in die Untersuchung aufgenommen.

Gemeindestrassen waren international betrachtet wenig oder gar nicht Objekte von Untersuchungen mit Fokus auf dem betrieblichen Unterhalt und der Instandhaltung.

3.2 Privatbahnen

Bundesamt für Statistik - Eisenbahnrechnung (Aspekt Infrastruktur)

Es geht hierbei um Finanzwerte der Eisenbahninfrastruktur. Es werden keine Indikatoren, bezüglich dem Zustand oder bezüglich des Personalaufwandes erhoben. In der Anlagerechnung geht es um den Bestand, die Veränderung und den Buchwert der Anlageteile. Es findet Abschreibungsrechnung statt.

Die schweizerische Eisenbahnrechnung präsentiert die Entwicklung der Erträge und Kosten der Eisenbahnbetriebe aus zwei unterschiedlichen Blickwinkeln. Erstellt werden eine betriebswirtschaftliche und eine volkswirtschaftliche Rechnung. Die Ausgaben und Einnahmen werden nach Sparten (Infrastruktur, Verkehr, Anderes) gegliedert und Kapitalkosten gemäss der Anlagerechnung.

Auf internationaler Ebene wurden weitere Anstrengungen in diese Richtung unternommen. Vergleiche hierzu Anhang C.2.

Anhang C.2.3 Schienen EU-ACEM-Rail steht für *Automated and Cost-Effective Maintenance for Railway* (Automatisierter und kosteneffizienter Unterhalt für Eisenbahnen); Es behandelt Inspektionstechniken, Systeme und Werkzeuge zur Bewirtschaftung und Organisation aller Unterhaltsinformationen. Dies deckt auch Auswertung- und Entscheidungsfindungsmechanismen ab sowie den Beschrieb von Leistungsindikatoren des Unterhalts für die Abschätzung der Nachhaltigkeit des Unterhaltsprozesses.

Anhang C.2.4 Schienen – Schweden und Norwegen: es wird eine Anzahl von Leistungsindikatoren des Unterhalts definiert (bspw. Kapazitätsnutzung, Kapazitätsbeschränkung der Infrastruktur, Verkehrsvolumen, Unterhaltskosten pro Gleiskilometer etc.), um diese den unterschiedlichen Zielsetzungen zuzuweisen, welche sich als Zielvorgaben für die Schwedische Eisenbahnbehörde eignen.

Kapitel 3 - Bestehende Kennzahlensysteme

Der Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung spielen auch bei anderen Infrastrukturen eine wichtige Rolle. Für unsere Untersuchung wurden weitere Studien herangezogen und berücksichtigt. Ein Auszug befindet sich im Anhang C.3.

4 Messgrössen

Ein Kennzahlen System ist nur so gut wie ihre Leistungsmessgrössen. Um die richtigen Leistungsmessgrössen zu evaluieren, wurde eine umfassende Liste erstellt, mit allen möglichen Messgrössen für entsprechendes aussagekräftiges Kennzahlensystem. Diese sind in den folgenden Tabellen für die Gemeindestrassen wie auch für die Privatbahnen aufgelistet.

4.1 Mögliche Leistungsmessgrössen

4.1.1 Gemeindestrassen

Diese mögliche Leistungsmessgrössen Gemeindestrassen sind in die sechs folgenden Kategorien gruppiert: 1) Grundlagen, 2) Betriebswirtschaftliche Merkmale, 3) Zustand, 4) Leistungsniveau, 5) Nebenflächen, und 6) Meteodaten (Tabelle 6 - Tabelle 11).

Tabelle 6: Messgrössen Grundlagen (Gemeindestrassen)

Leistungsmass	Beschrieb
Dimension der Verkehrsflächen (Länge und Fläche)	Die Länge des Strassennetzes bzw. die Verkehrsfläche ist eine Schlüsselgrösse in Bezug auf die notwendigen Arbeiten des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung (Reinigung, Winterdienst oder Reparaturen). <ul style="list-style-type: none"> → Laufmeter → Quadratmeter
Infrastruktur des ruhenden Verkehrs (Plätze, Parkplätze)	Die Flächen des ruhenden Verkehrs und Plätze haben ähnlichen Arbeitsbedarf wie die Verkehrsflächen. <ul style="list-style-type: none"> → Quadratmeter
Kunstabauten (Tunnels, Brücken, Unterführungen, Durchlässe, Galerien)	Kunstabauten sind Teil des Streckennetzes. Sie sollen differenziert zu den übrigen Verkehrsflächen betrachtet werden. <ul style="list-style-type: none"> → Anzahl → Quadratmeter → Laufmeter
Entwässerungsanlagen (Schächte, Leitungen, Rinnen)	Sie sind notwendig für den sicheren Betrieb des Verkehrsträgers und benötigt entsprechende Tätigkeiten in Betrieb und Unterhalt. <ul style="list-style-type: none"> → Anzahl → Laufmeter (Entwässerungsleitungen, Rinnen)
Netzgeometrie (horizontale und vertikale Linienführung, Höhenlage)	Kurvigkeit der Strassen oder Einbauten im Strassenraum können den Betrieb und Unterhalt beeinflussen oder erschweren; unterschiedliche Steigungen bedürfen unterschiedliche Massnahmen <ul style="list-style-type: none"> → Quadratmeter klassifiziert nach möglicher Kurvigkeit → Quadratmeter klassifiziert nach Steigung → Quadratmeter klassifiziert in Höhenkategorien
Netzbelastung (Fahrzeuge, öffentlicher Verkehr)	Je grösser die Belastung, desto grösser die Abnutzung; OeV kann eine Priorisierung bei Winterdienst führen. <ul style="list-style-type: none"> → Strassenabschnitte/Quadratmeter mit Belastungskategorien oder Lastklassen → Strassenabschnitte/Quadratmeter mit OeV (Tram/Bus) Belegung
Oberfläche und Untergrund	Unterschiedliche Oberflächen machen unterschiedliche Massnahmen notwendig; weitere Netzwerke erfordern Arbeiten an der Strasse (Aufbruch) was zu einer Verkürzung der Lebensdauer führen kann. <ul style="list-style-type: none"> → Quadratmeter definiert nach Oberfläche → Quadratmeter mit Anzahl (Werk-) Leitungen

Kapitel 4 - Messgrößen

Table 7: Betriebswirtschaftliche Messgrößen (Gemeindestrassen)

Leistungsmass	Beschrieb
Anzahl Personal / Mitarbeitende	Personal ist grundsätzlich kostenrelevant – einzelne Organisationen haben einen umfassenden Aufgabenmix, welcher nicht nur die untersuchten Kernaufgaben umfasst. Aus diesem Grund werden sowohl die Anzahl Mitarbeiter erhoben als auch im Folgenden die effektiv benötigten zeitlichen und finanziellen Ressourcen. → Anzahl Mitarbeiter
Personalaufwand (Zeit und Kosten)	Zur Ermittlung der Effizienz wird der Aufwand benötigt → Geleistete Stunden pro Fachbereich → Personalkosten pro Fachbereich
Sachmittelaufwand (Kosten)	Aufwand gibt es auch bei Sachmitteln → Betrag pro Jahr
Fremdleistungen (Kosten)	Leistungen können selber erbracht werden -> Personal- und Sachmittel oder werden eingekauft -> Fremdkosten → Betrag pro Jahr
Fahrzeug und Gerätepark	Der Motorisierungsgrad hat einen Einfluss auf die Effizienz → Anzahl Fahrzeuge → Anzahl Gerätschaften
Unterhaltskosten (Fahrzeugpark)	Vergleichbar mit den Sachkosten → Betrag pro Jahr

Table 8: Zustandsmessgrößen (Gemeindestrassen)

Leistungsmass	Beschrieb
Alter der Verkehrsfläche	Das Alter stellt einen Einflussfaktor auf die Menge der notwendigen Instandhaltungsmassnahmen dar. → Durchschnittsalter der Strassenabschnitte → Einteilung nach Altersklassen (0-5, 5- 15,>15 Jahre)
Zustand der Verkehrsfläche	Der Zustand der Strasse wirkt sich auf den Umfang der Instandhaltungstätigkeiten aus. → Durchschnittszustand des Strassennetzes → Quadratmeter kategorisiert nach Zustandsklassen
Alter der Kunstbauten (Tunnel, Brücken, Galerien, Stützbauwerke)	Das Alter stellt auch bei Kunstbauten einen Einflussfaktor auf die Menge der notwendigen Instandhaltungsmassnahmen dar. → Durchschnittswert pro Kunstbautenkategorie
Zustand der Kunstbauten (Tunnel, Brücken, Galerien, Stützbauwerke)	Der Zustand stellt einen Einflussfaktor auf die Menge der notwendigen Instandhaltungsmassnahmen dar. → Durchschnittszustand der Kunstbautenkategorie → prozentuale Verteilung der Zustandsklassen

Kapitel 4 - Messgrößen

Tabelle 9: Messgrößen Leistungsniveau (Service Levels) (Gemeindestrassen)

Leistungsmass	Beschrieb
Reinigung (Häufigkeit)	Ein definiertes Anforderungsprofil entscheidet über die Häufigkeit und somit über den Aufwand. → Quadratmeter kategorisiert nach Reinigungsintervall
Grünpflege (Häufigkeit)	Ein definiertes Anforderungsprofil oder die Art der Bepflanzung entscheidet über die Häufigkeit und somit über den Aufwand. → Quadratmeter kategorisiert nach Bewirtschaftungshäufigkeit
Winterdienst (Standards)	Ein definiertes Anforderungsprofil entscheidet über den Standard des Winterdienstes, ergänzt wird dies durch eine Priorisierung der Strassenzüge (die Betriebssicherheit muss gewährleistet sein). ¹⁰ → Quadratmeter kategorisiert nach Winterdienststandards VSS
Instandhaltungsmassnahmen / kleiner baulicher Unterhalt	Die Betriebssicherheit der Strassen muss gewährleistet sein, daraus abgeleitet ergibt sich eine Priorisierung der Tätigkeiten: → prozentuale Einteilung nach Sofortmassnahmen oder planbaren Massnahmen.

Tabelle 10: Messgrößen Nebenflächen und Ausrüstungen (Gemeindestrassen)

Leistungsmass	Beschrieb
Beleuchtung (Strassenlampen und Energieverbrauch)	Instandhaltungsmassnahmen sind i.d.R. linear zu Anzahl der Anlageteile, der Energieverbrauch hat diesbezüglich einen Einfluss auf die laufenden Betriebskosten allfällig in Abhängigkeit zur Beleuchtungsdauer. → Anzahl Strassenlampen → Energieverbrauch
Verkehrsregelungsanlagen und Verkehrsleitelemente	Instandhaltungsmassnahmen sind i.d.R. linear zu Anzahl der Anlageteile: → Anzahl Verkehrsregelungsanlagen/Lichtsignalanlagen → Anzahl Verkehrsleitelemente
Signale, Markierungen (Anzahl, Laufmeter)	Bedürfen eines gewissen Unterhalts: Reinigung, Ersatz → Anzahl bzw. Standorte der Signalisation → Laufmeter Markierungen
Möblierung/Ausstattung im Strassenraum (Bänke, Unterstände, Abfalleimer)	Möblierung im Strassenraum führt zu Reinigungsarbeiten und allenfalls Reparaturen → Anzahl der Möblierungen
Infrastruktur des öffentlichen Verkehrs (Haltestellen)	Haltestellen sind oftmals durch die Gemeinde zu betreiben (bspw. Reinigung) → Anzahl Haltekanten → Anzahl Unterstände
Grünflächen und Bäume	Die Bepflanzung im Strassenraum führt zu Unterhaltstätigkeiten (Pflege und Reinigung) → Quadratmeter Grünfläche im Strassenraum → Anzahl Bäume im Strassenraum
Büro, Werkstätten, Lager (Flächen)	Die Bereitstellung von Flächen ist mit Kosten verbunden – sind diese gerechtfertigt?

¹⁰ Der Winterdienst (Schneeräumung und Glättebekämpfung) werden ausgeführt, wenn es die Umstände erfordern: allerdings werden diese Werte nicht durchgehend in allen Gemeinden. In der Regel haben alle Gemeinden eine Einteilung des Strassennetzes nach Winterdienststandards.

Kapitel 4 - Messgrößen

Table 11: Messgrößen Meteodaten (Gemeindestrassen)

Leistungsmass	Beschrieb
Temperaturen	Temperaturen wirken auf die verschiedenen Elemente des Strassenraums -> hohe Temperaturen beeinflussen die Grünpflege -> tiefe Temperaturen beeinflussen den Winterdienst und könne zu Schäden an der Verkehrsfläche führen (-> Instandhaltung) → Höchsttemperatur, Anzahl Tage > 30°C → Tiefsttemperatur, Anzahl Tage < 0°C
Frostwechsel	Vergleichbar mit der Tiefsttemperatur → Anzahl Tage mit Frostwechsel
Niederschläge (Regen, Schnee)	Schneefall führt zu Winterdienstarbeiten; Starkregen kann zu Beschädigungen an Strassen führen bzw. Strassenentwässerung muss häufiger gereinigt werden. → Anzahl Tage mit Niederschlägen > 10mm bzw. 20mm → Anzahl Tage mit Schneefall > 1cm

4.1.2 Privatbahnen

Diese Leistungsmessgrößen Privatbahnen sind in die sechs folgenden Kategorien gruppiert: 1) Grundlagen, 2) Betriebswirtschaftliche Merkmale, 3) Strecken- und Netzcharakteristiken und Belastungen, 4) Messgrößen Zustand und Störungen, 5) Leistungsniveau, und 6) Meteodaten (Tabelle 12 - Tabelle 17).

Table 12: Messgrößen Grundlagen (Privatbahnen)

Leistungsmass	Beschrieb
Dimension des Schienennetzes	Das Streckennetz ist massgebend verantwortlich über den Umfang der Überwachung und Instandhaltung. → Anzahl Hauptgleiskilometer → Anzahl Nebengleiskilometer → Anzahl Weichen → Laufmeter Zahnstange → Laufmeter Oberbau in Schotter
Kunstabauten (Tunnels, Brücken, Stützbauwerke, Durchlässe, Galerien)	Kunstabauten sind Teil des Schienennetzes. Sie sollen differenziert zur Fahrbahn betrachtet werden. → Anzahl → Quadratmeter → Laufmeter
Publikumsanlagen (Bahnhöfe und Flächen des Publikumsverkehrs)	Bahnhöfe bedient oder unbedient mit unterschiedlichen Anzahl Hauptgleisen. Sowie Flächen für den Publikumsverkehr. → Anzahl Bahnhöfe (bedient, unbedient) → Anzahl Bahnhöfe (ein-, zwei- oder mehrgleisig) → Quadratmeter des Publikumsverkehrs
Grünflächen und Bäume	Die Bepflanzung im Gleisperimeter führt zu betrieblichen Unterhaltstätigkeiten (Pflege und Reinigung) → Quadratmeter Grünfläche im Gleisperimeter und bei Publikumsanlagen → Anzahl Bäume im Gleisperimeter und bei Publikumsanlagen
Bahnstromanlagen	Anzahl der spezifischen Anlageteile → Laufmeter Fahrleitung, Unterwerke, Schaltposten etc.
Sicherungsanlagen	Anzahl der spezifischen Anlageteile → Stellwerke, Zugsbeeinflussung, Signale etc.

Kapitel 4 - Messgrößen

Tabelle 12 (fortgesetzt)

Leistungsmass	Beschrieb
Elektrische Anlagen	Anzahl der spezifischen Anlageteile <ul style="list-style-type: none"> ➔ Telekommunikation, Datenkommunikation, Kundeninformation etc.
Dienstflächen (Werkstätte, Diensträume und Büros)	Anzahl und Flächen von Räumlichkeiten des täglichen Nutzung für die Instandhaltung und den Unterhalt (ohne Rollmaterial) <ul style="list-style-type: none"> ➔ Anzahl / Quadratmeter

Tabelle 13: Betriebswirtschaftliche Messgrößen (Privatbahnen)

Leistungsmass	Beschrieb
Anzahl Personal / Mitarbeitende	Personal ist grundsätzlich kostenrelevant – einzelne Organisationen haben einen umfassenden Aufgabenmix, welcher nicht nur die untersuchten Kernaufgaben umfasst. Aus diesem Grund werden sowohl die Anzahl Mitarbeiter erfasst als auch im Folgenden die effektiv benötigten zeitlichen und finanziellen Ressourcen. <ul style="list-style-type: none"> ➔ Anzahl Mitarbeiter
Personalaufwand (Zeit und Kosten)	Zur Ermittlung der Effizienz wird der Aufwand benötigt <ul style="list-style-type: none"> ➔ Geleistete Stunden pro Fachbereich ➔ Kostenaufwand pro Fachbereich
Sachmittelaufwand (Kosten)	Aufwand gibt es auch bei Sachmitteln <ul style="list-style-type: none"> ➔ Betrag pro Jahr
Fremdleistungen (Kosten)	Leistungen können selber erbracht werden -> Personal- und Sachmittel oder werden eingekauft -> Fremdkosten <ul style="list-style-type: none"> ➔ Betrag pro Jahr
Fahrzeug und Gerätepark	Der Motorisierungsgrad hat einen Einfluss auf die Effizienz <ul style="list-style-type: none"> ➔ Anzahl Schienenfahrzeuge ➔ Anzahl Strassenfahrzeuge ➔ Anzahl Gerätschaften
Unterhalts- und Betriebskosten (Fahrzeugpark)	Vergleichbar mit den Sachkosten <ul style="list-style-type: none"> ➔ Betrag pro Jahr Schienenfahrzeuge ➔ Betrag pro Jahr Strassenfahrzeuge

Tabelle 14: Messgrößen Strecken- und Netzcharakteristiken und Belastungen (Privatbahnen)

Leistungsmass	Beschrieb
Erreichbarkeit des Gleiskörpers	Die Erreichbarkeit der Tätigkeitsgebiete ist wichtig für über die Effizienz. <ul style="list-style-type: none"> ➔ Anteil des Gleiskörpers im Siedlungsgebiet
Netzgeometrie (horizontale und vertikale Linienführung, Höhenlage)	Kurvigkeit des Oberbaus kann die Instandhaltungsmassnahmen Maschinen - beeinflussen oder erschweren; unterschiedliche Steigungen führen zu unterschiedlicher Abnutzung und unterschiedlichen Interventionen; die Höhenlage hat in Verbindung mit der Witterung einen Einfluss bezüglich Winterdienst. <ul style="list-style-type: none"> ➔ Anteil HGkm mit Kurvenradien unter 500m ➔ Anteil HGkm mit Steigung über 25 ‰ ➔ Anteil HGkm mit Höhenlage über 1'000 M.ü.M.
Netzbelastung (Trassen- oder Bruttotonnenkilometer)	Je grösser die Belastung, desto grösser die Abnutzung <ul style="list-style-type: none"> ➔ Anzahl Trassenkilometer pro Jahr ➔ Anzahl Bruttotonnenkilometer pro Jahr ➔ Radsatzlast (ist noch in Prüfung – Vergleichbarkeit)
Belastung: Betriebszeiten und Kapazitätsausnutzung	Je länger die Betriebszeiten sind und die Kapazitäten ausgenutzt werden, desto aufwendiger wird es mit den Unterhaltstätigkeiten. <ul style="list-style-type: none"> ➔ Anteil Betriebszeiten > 18 Stunden ➔ Anteil Auslastung > 50%

Kapitel 4 - Messgrößen

Tabelle 15: Messgrößen Zustand und Störungen (Privatbahnen)

Leistungsmaß	Beschrieb
Alter und Zustand Fahrbahn (Geleise / Oberbau)	<p>Das Alter stellt einen Einflussfaktor auf den Umfang der notwendigen Instandhaltungsmassnahmen dar.</p> <p>→ Einteilung nach Altersklassen (0-10, 10 - 20, 20 – 30, 0 - 40, >40 Jahre)</p> <p>Der Zustand der Fahrbahn wirkt sich auf den Umfang der Instandhaltungstätigkeiten aus.</p> <p>→ Hauptgleiskilometer kategorisiert nach Zustandsklassen</p>
Alter und Zustand Weichen	<p>Das Alter stellt einen Einflussfaktor auf den Umfang der notwendigen Instandhaltungsmassnahmen dar.</p> <p>→ Durchschnittsalter der Weichen</p> <p>Der Zustand der Weichen wirkt sich auf den Umfang der Instandhaltungstätigkeiten aus.</p> <p>→ Weichen und deren Bestandteile kategorisiert nach Zustandsklassen</p>
Alter der Kunstbauten (Tunnel, Brücken, Durchlässe, Galerien, Stützbauwerke)	<p>Das Alter bei Kunstbauten stellt einen Einflussfaktor auf den Umfang der notwendigen Instandhaltungsmassnahmen dar.</p> <p>→ Durchschnittswert pro Kunstbautenkategorie</p>
Zustand der Kunstbauten (Tunnel, Brücken, Durchlässe, Galerien, Stützbauwerke)	<p>Der Zustand der Kunstbauten ist ein Zeichen für mögliche Instandhaltungsmassnahmen.</p> <p>→ Prozentuale Verteilung der Zustandsklassen</p>
Zustand Bahnstromanlagen	<p>Der Zustand der Bahnstromanlagen ist ein Zeichen für mögliche Instandhaltungsmassnahmen.</p> <p>→ Prozentuale Verteilung der Zustandsklassen</p>
Zustand Sicherungsanlagen	<p>Der Zustand der Sicherungsanlagen ist ein Zeichen für mögliche Instandhaltungsmassnahmen.</p> <p>→ Prozentuale Verteilung der Zustandsklassen</p>
Zustand elektrische Anlagen	<p>Der Zustand der elektrischen Anlagen ist ein Zeichen für mögliche Instandhaltungsmassnahmen.</p> <p>→ Prozentuale Verteilung der Zustandsklassen</p>
Störungen und Schienenfehler	<p>Die Anzahl der Störungen und der Schienenfehler / Schienenbrüche sind ein Indikator für Instandhaltungsmassnahmen an der Fahrbahn, welche sofort angegangen werden.</p> <p>→ Anzahl Störungen</p> <p>→ Anzahl Schienenfehler/Schienenbrüche</p>

Kapitel 4 - Messgrößen

Tabelle 16: Messgrößen Leistungsniveau (Privatbahnen)

Leistungsmass	Beschrieb
Reinigung Fahrbahn (Häufigkeit)	Das gesetzte Anforderungsprofil definiert die Häufigkeit und somit den Aufwand der Reinigung der Fahrbahn. → Hauptgleiskilometer kategorisiert nach Reinigungsintervall
Reinigung Publikumsanlagen (Häufigkeit)	Das gesetzte Anforderungsprofil definiert die Häufigkeit und somit den Aufwand der Reinigung bei Publikumsanlagen. → Quadratmeter kategorisiert nach Reinigungsintervall
Grünpflege (Häufigkeit)	Das gesetzte Anforderungsprofil definiert die Art der Bepflanzung und legt die Häufigkeit und somit über den Aufwand fest. → Quadratmeter kategorisiert nach Bewirtschaftungshäufigkeit
Winterdienst Publikumsanlagen	Das gesetzte Anforderungsprofil definiert den Standard des Winterdienstes bei Publikumsanlagen. → Quadratmeter kategorisiert nach Winterdienststandards VSS
Überwachung Fahrbahn und Kunstbauten bezüglich Instandhaltung und Betrieb	Ein definiertes Anforderungsprofil oder die Anlage selber gibt den Untersuchungsrythmus vor. → Anteil Kunstbauten kategorisiert nach Überwachungsintervallen → Hauptgleiskilometer kategorisiert nach Inspektionsintervallen
Überwachung Bahnstromanlagen bezüglich Instandhaltung und Betrieb	Ein definiertes Anforderungsprofil oder die Anlage selber gibt den Untersuchungsrythmus vor. → Anteil Bahnstromanlagen kategorisiert nach Überwachungsintervallen
Überwachung Sicherungsanlagen bezüglich Instandhaltung und Betrieb	Ein definierte Anforderungsprofil oder die Anlage selber gibt den Untersuchungsrythmus vor. → Anteil Sicherungsanlagen kategorisiert nach Überwachungsintervallen
Überwachung elektrische Anlagen bezüglich Instandhaltung und Betrieb	Ein definierte Anforderungsprofil oder die Anlage selber gibt den Untersuchungsrythmus vor. → Anteil elektrische Anlagen kategorisiert nach Überwachungsintervallen

Tabelle 17: Messgrößen Meteodaten (Privatbahnen)

Leistungsmass	Beschreibung
Temperaturen	Temperaturen haben einen Einfluss auf die Infrastruktur bzw. die damit verbundenen Tätigkeiten (beispielsweise beeinflussen tiefe Temperaturen die Tätigkeiten im Winterdienst oder könne zu Schäden an elektrischen Anlagen führen; hohe Temperaturen wiederum haben einen Einfluss auf die Bewirtschaftung von Grünflächen) → Höchsttemperatur, Anzahl Tage > 30°C → Tiefsttemperatur, Anzahl Tage < 0°C
Frostwechsel	Vergleichbar mit der Tiefsttemperatur → Anzahl Tage mit Frostwechsel
Niederschläge (Regen, Schnee)	Schneefall führt zu Winterdienstarbeiten (Schiene und Publikumsanlagen); Starkregen kann zu Beschädigungen am Oberbau führen bzw. Schienenentwässerung muss gereinigt werden. → Anzahl Tage mit Niederschlägen > 10mm bzw. 20mm → Anzahl Tage mit Schneefall > 1cm

4.2 Datenerfassung

Das Vorgehen der Datenerfassung erfolgt in sieben Schritte (Abbildung 3).

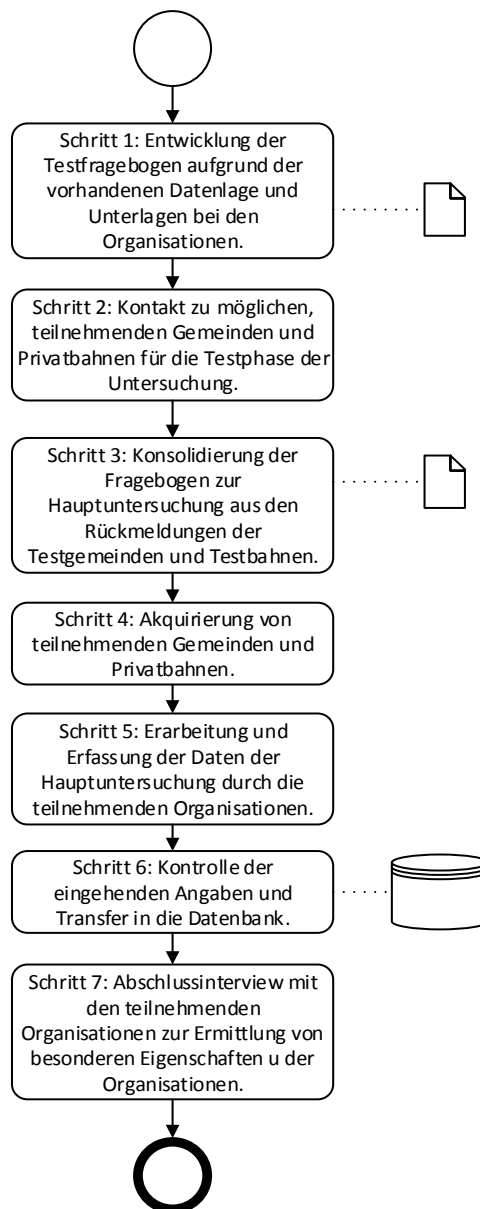


Abbildung 3: Datenerfassung Schritte

Der detaillierte Beschrieb der einzelnen Schritte folgt in den kommenden Abschnitten:

4.2.1 Schritt 1: Entwicklung des Test-Fragebogens

Gemeindestrassen

Aus dem Literaturstudium ging hervor, dass sich bis zum jetzigen Zeitpunkt keine grundlegende Struktur für die Datenerfassung hat durchsetzen können. Zu unterschiedlich waren die Aufzeichnungen in den Gemeinden. Ortsspezifische Bedürfnisse prägten die Strukturen. Buchhalterische Vorgaben wie das HRM¹¹ und künftig das HRM 2 führten bzw. führen zwar zu einer einheitlicheren Rechnungslegung. Für die Abschätzung der Leistungsfähigkeit der Betreiberorganisation war der Detaillierungsgrad aber zu stark auf die finanztechnischen Bedürfnisse

¹¹ Harmonisiertes Rechnungsmodell

eines Vergleichs ausgelegt (optimiert für die finanztechnische Beurteilung einer Gemeinde). Aus diesem Grund wurde der Testfragebogen aus verschiedenen Themengebieten der Infrastrukturinstandhaltung und des betrieblichen Unterhalts der Gemeindestrasse erstellt. Dies mit dem Fokus, genügend Tiefgang für die Auswertung zu ermöglichen, um die Betreiberorganisationen beurteilen zu können. Das Ziel war dahin gehend gesteckt, dass mit einem verhältnismässigen Aufwand die Datenerfassung erfolgen konnte. Der Test-Fragebogen gliedert sich in die 6 Themengebiete:

- 1) Grunddaten / Strecken bzw. Netzcharakteristiken
- 2) Streckenausrüstung und Nebenflächen
- 3) Zustand der technischen Infrastruktur
- 4) Meteo- und klimatische Bedingungen
- 5) Leistungsniveaus
- 6) Betriebswirtschaftliche Merkmale

Dies decken auch Einflussfaktoren ab, welche bis anhin wenig oder gar nicht in Vergleichsbetrachtungen einbezogen wurden (beispielsweise Meteobedingungen oder Leistungsniveaus).

Privatbahnen

Im Eisenbahnwesen existieren Vorgaben durch die Reportingpflicht an das BAV. Diese umfasst, aber nicht alle Indikatoren, welche für diese Untersuchung von möglichem Interesse sind. In der Struktur lehnt man sich der Datenerfassung bei den Gemeinden an:

- 1) Grunddaten / Strecken bzw. Netzcharakteristiken
- 2) Dienstgebäude und Grünflächen
- 3) Zustand der technischen Infrastruktur und Störungen
- 4) Meteo- und klimatische Bedingungen
- 5) Leistungsniveaus
- 6) Betriebswirtschaftliche Merkmale

Fragen, welche bereits durch die Datenbank des BAV ermittelt werden, wurden berücksichtigt und entsprechend markiert.

4.2.2 Schritt 2: Kontakt zu möglichen Testorganisationen

Die Kontaktaufnahme erfolgte zufällig und ohne spezifischen Anforderungen an die Testgemeinden oder Testbahnen. Es wurde angestrebt eine gute Durchmischung der Testorganisationen zu erreichen. Schliesslich ging es aber darum, mittels jeweils fünf Organisationen die Tauglichkeit der Fragebogen zu überprüfen und Anregungen der Kandidaten aufzunehmen.

Zu Beginn wurde das Forschungsprojekt vor Ort vorgestellt und versucht die Organisation zur Teilnahme zu motivieren. Sowohl bei Gemeinden wie auch bei Privatbahnen stösst man mit dieser Thematik vorwiegend auf erhebliches Interesse. Es besteht der Bedarf sich mit anderen Organisation zu messen und dadurch auch vom Know-How anderer Infrastrukturbetreiber zu profitieren. Allerdings wurde oftmals ins Feld geführt, dass die Ressourcen knapp bemessen sind oder nicht zur Verfügung stehen, um in der Testphase mitzumachen.

Folgende fünf Gemeinden haben schliesslich in der Testphase mitgemacht:

- Cham
- Dübendorf
- Einsiedeln

- Lenzburg
- Wil SG

Bei den Bahnen zeigte sich das Unterfangen schwieriger. Statt der angestrebten fünf Test-Bahnen konnten nur drei Transportunternehmungen für die Testphase gewonnen werden:

- Matterhorn Gotthard Bahn MGB
- Sihltal Zürich Uetlibergbahn SZU
- Verkehrsbetriebe Glattalbahnen VBG

Diese Gemeinden und Privatbahnen haben die Testfragebogen ausgefüllt. Der Bedarf an Unterstützung durch das Projektteam war von unterschiedlicher Ausprägung. – Fehlende Angaben wurden durch die Teilnehmenden abgeschätzt oder offen gelassen.

4.2.3 Schritt 3: Konsolidierung der Fragebogen

Die Auswertung der Testfragebogen führte zu einer Konsolidierung und Anpassung der Fragebogen für die Hauptuntersuchung der Gemeinden und Privatbahnen.

Aus dem ursprünglichen Testfragebogen als word-Dokument (Abbildung 4), wurde ein Excel-Dokument, welches direkt in die Datenbank eingelesen werden kann (Abbildung 5).

1. Grunddaten / Strecken- bzw. Netzcharakteristiken

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Eingabe
1.1.1	Verkehrsfläche	Die Verkehrsfläche umfasst die dem Fuss-, Fahrrad- und Motorfahrzeugverkehr zur Verfügung stehenden Fläche, welche betrieben und unterhalten werden muss. (Gesamthaft oder nach Belastungskategorien)	m ² (IA, IB, IC, II, III, IV)	
1.2.1			m' IA	14'800
-			m' IB	0
1.2.6			m' IC	10'130
			m' II	0
			m' III	1'200
			m' IV	0
		TOTAL m'	26'130	
1.3	Besondere Verkehrsflächen	Werden Verkehrsflächen Dritter betrieben (nicht Gemeindestrassen), sind diese auszuweisen	Länge in m'	26'445

Abbildung 4: Beispiel Testfragebogen Gemeindestrasse

Kapitel 4 - Messgrößen

Kap. 1 Grunddaten, Strecken- bzw. Netzcharakteristiken

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Jahr 2014		Musterhausen
				Wert	Detail	
1	Laufmeter Strasse ohne Feld-, Flur- und Waldstrassen oder -wege	Laufmeter gesamtes Strassennetz für den Motorfahrzeugverkehr welche betrieben und unterhalten werden Angabe der Anzahl Laufmeter Strasse nach Belastungskategorie (SN 640 986)	m'	44,200	gemessen	gemäss Datenbank Gemeindeingenieur Messerli
			m' IA	5,620	geschätzt	Zuteilung geschätzt, da Kategorisierung nicht vollständig durchgeführt
			m' IB	6,300	geschätzt	
			m' IC	13,470	geschätzt	
			m' II	15,410	geschätzt	
			m' III	3,400	geschätzt	
			m' IV	0	nicht vorhanden	
1.2		Laufmeter gesamtes Langsamverkehrsnetz (Trottoir, Fusswege, Radwege)	m'	17,500	gemessen	gemäss Datenbank Gemeindeingenieur
2	Verkehrsfläche ohne Feld-, Flur- und Waldstrassen oder -wege	Gesamtverkehrsfläche ohne Unterscheidung ob die Verkehrsfläche dem Fuss-, Fahrrad- und Motorfahrzeugverkehr zur Verfügung stehenden Fläche, welche betrieben und unterhalten werden Falls nur die Laufmeter Strasse vorhanden sind, kann die Flächenumrechnung gemäss Beschrieb Seite 3 erfolgen	m ²	295,060	gemessen	gemäss Datenbank Gemeindeingenieur

Abbildung 5: Beispiel Fragebogen Hauptuntersuchung Gemeindestrasse

Die kompletten Fragebogen befinden sich im Anhang E und Anhang F für Gemeindestrassen und Privatbahnen.

Folgende Anpassungen wurden vorgenommen:

- Präzisierungen der Fragen, um noch eindeutiger Antworten zu erhalten
- Anpassung der Struktur zur Erleichterung des Ausfüllens.
- Überprüfung der Übereinstimmung der angestrebten Kostenstruktur

4.2.3.1 Fazit aus der Testerhebung

Folgende Erkenntnisse wurden in Zusammenarbeit mit den Testgemeinden und Bahnen gemacht oder bestätigt.

4.2.3.1.1 Gemeindestrassen

Es zeigte sich, dass in vielen Gemeinden die Aufbauorganisation nicht eins zu eins die Aufgabenbereiche des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung abdecken. Insbesondere in kleineren Gemeinden sind die eingesetzten Mitarbeiter der Betreiberorganisation für verschiedene Tätigkeitsbereiche zuständig. Dies gibt der Gemeinde mehr Flexibilität in der Erledigung der anstehenden Aufgaben. Das erhöht aber auch die Anforderungen an das Reportingsystem, um eine klare Differenzierung der erbrachten Leistungen zu erhalten. In gewissen Gemeinden ist eine exakte Differenzierung gar nicht angestrebt. Zudem werden die Mitarbeitenden auch für weitere kommunale Aufgaben eingesetzt, welche nicht die Gemeindestrasse betreffen (beispielsweise im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft, den Bestattungswesen etc.). Aus diesem Grund wird darauf verzichtet, die Vollzeitäquivalent (Fulltimeequivalent, FTE) für die Tätigkeiten der Instandhaltung und des betrieblichen Unterhalts zu erheben. Von entsprechender Wichtigkeit ist die Erfassung der geleisteten Stunden in den einzelnen Tätigkeitsbereichen. Es zeigte sich, dass diese Erfassung ganz unterschiedliche Detaillierungsgrade aufweisen kann. Es gibt Gemeinden, welche eine über eine elektronische Zeiterfassung mit Bar-Code und Lesegerät verfügen. Einige Gemeinden haben immer noch den herkömmlichen Rapport in Papier, welcher durch die Administration ins vorhandene System übertragen wird. In manchen Gemeinden werden die Stunden von den Mitarbeitern selber erfasst, in anderen erfolgt die Stundenzuteilung approximativ durch den Vorgesetzten.

Eine Herausforderung besteht darin, dass verschiedene Gemeinden unterschiedliche Aufbauorganisationen und Abläufe pflegen. Beispielsweise findet sich wiederholt die Situation, dass die Grünpflege durch eine eigene Organisationseinheit wahrgenommen wird. Hieraus entstehen neue Herausforderungen durch zusätzliche Schnittstellen in der Leitung oder auf der operativen

Ebene durch unterschiedlich geregelter Zugriff auf einen gemeinsamen Fahrzeuge und Gerätschaften.

In der Testphase konnten die Gemeinden teilweise nicht alle Fragen beantworten. Entweder standen keine Angaben zur Verfügung, oder sie werden (bewusst) nicht erhoben. - Trotzdem wurden solche Fragen nicht aus der Hauptuntersuchung gestrichen, da aufgrund der Stichprobe nicht ersichtlich ist, ob diese Angaben effektiv vernachlässigbar sind. Ein abschliessender Entscheid, ob Fragen aus dem Fragebogen entfernt werden, wird erst mit der Auswertung der Hauptuntersuchung getroffen.

Schwierigkeit der Abgrenzung von Massnahmen auf die Erhebungsjahre. Durch die Langlebigkeit der Infrastruktur ist es unter gewissen Umständen nicht von grosser Bedeutung, ob eine Massnahme jetzt oder im Folgejahr ausgeführt wird.

Massnahmen auf Ereignisse – Schneefall, Überschwemmungen, Erdbeben etc. - sind nicht voraussehbar und fallen beim Aufwand erheblich ins Gewicht. Sie sind ungenügend im Voraus planbar und führen zu einer Verschiebung der eingesetzten Ressourcen.

4.2.3.1.2 Privatbahnen

Infolge der kleinen Anzahl Privatbahnen im Rahmen der Testphase wurde auch die neue Richtlinie zum Netzzustandsbericht (RTE 29900) für die Überarbeitung des Fragebogens für die Hauptuntersuchung herangezogen. Wir erhofften uns damit eine grössere Akzeptanz bei der Teilnahme an der Hauptuntersuchung. Somit sind nicht alle Fragestellungen neu in der Datenerfassung.

Grosse Unterstützung in der fachlichen Erarbeitung des Fragebogens Privatbahnen erfolgte durch die Matterhorn Gotthardbahn. Ihre Datenlage ist in verschiedenen Bereichen sehr umfangreich und hat aufgezeigt, was möglich ist. Dabei musste berücksichtigt werden, dass die Organisation des Streckennetzes (geographisch bedingt) einen Einfluss auf die Aufbauorganisation hat. Eine Bahn mit einem kleinräumigen Streckennetz wird differenzierter aufgestellt sein. Umgekehrt müssen grössere Bahnen die Geographie und Netzausdehnung auch in der Organisation berücksichtigen.

Die ursprüngliche Idee, den Fragebogen Gemeindestrasse mit geringfügigen Anpassungen zu übernehmen, konnte nicht umgesetzt werden. Es zeichnete sich ab, dass insbesondere die Komponenten der elektrischen Anlagen bei den Eisenbahnen einen weitaus grösseren Einfluss haben, als bei den Gemeindestrassen. Während bei den Bahnen die elektrischen Anlagen unerlässlich sind (Betriebssystem, Funk, Zugsicherung, Weichen etc.), ist gerade auf Gemeindestrassen der Einsatz von Leittechnik (bspw. Lichtsignalanlagen) von geringerer Bedeutung. Während sich der Fragebogen stark weiterentwickelt hat, erfolgt die Auswertung nach dem gleichen Ansatz wie bei den Gemeindestrassen (vergleiche Kap. 5.6)

4.2.3.1.3 Leistungsniveaus

Schwierigkeiten boten sich insbesondere in der Erfassung von Leistungsniveaus für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung. Für wiederkehrende Arbeiten wie Reinigung oder Grünpflege konnten, mit wenig Aufwand Leistungsniveaus definiert werden (beispielsweise Reinigungsintervall von vorgegebenen Flächen). Für den kleinen baulichen Unterhalt und den Winterdienst ist es schwieriger solche Leistungsniveaus festzulegen, denn diese sind in erster Linie ereignisorientierte Tätigkeiten (Schneefall, Glätte oder Schadenfälle). Annahme: je nach Wichtigkeit und Dringlichkeit werden die Massnahmen in solchen Situationen durchgeführt. Schränken die Ereignisse den sicheren Betrieb nicht massgebend ein, kann die Durchführung der Massnahmen in der Regel auch besser geplant werden. Beispielsweise der Ausfall von Signalen oder einer Tunnellüftung erfordert Sofortmassnahmen, um den Betrieb aufrecht zu erhalten. Hingegen führt ein Schlagloch in der

Strasse zwar zu einem Komfortverlust, aber die Strasse kann mit der gebotenen Vorsicht trotzdem befahren werden.

4.2.3.2 Weiteres Vorgehen für die Hauptuntersuchung

Die Fragebogen der Hauptuntersuchung wurden auf der Projekthomepage (www.effin.ethz.ch) zum Herunterladen bereitgestellt. Ebenfalls entsprechende Begleitschreiben um das Ausfüllen der Fragebogen selbsterklärend zu ermöglichen. Um auch Organisationen in der französisch sprachigen Schweiz eine Teilnahme zu ermöglichen, wurden die Projekthomepage und die Fragebogen in französischer Sprache bereitgestellt.

Der Fragebogen Gemeindestrasse in Deutsch war per Ende Juni 2015 bereit. Die Version in Französisch per Mitte August 2015.

Bei den Unterlagen der Privatbahnen konnten die Fragebogen in Deutsch und Französisch per Anfangs August 2015 aufgeschaltet werden.

4.2.4 Schritt 4: Motivation zur Teilnahme an der Hauptuntersuchung Gemeindestrasse

Für die Hauptuntersuchung war die Zielsetzung, dass 60 Gemeinden bei der Untersuchung teilnehmen und den Fragebogen ausfüllen. Hierfür konnte auf das Netzwerk der Fachorganisation Kommunale Infrastruktur zugegriffen werden. Die Fachorganisation informierte ihre Mitglieder per Mail über das Forschungsprojekt und forderte diese auf, an der Untersuchung teilzunehmen. Auf diese Weise fand bei rund 200 deutschsprachigen Gemeinden der Erstkontakt statt. Diese wurden anschliessend telefonisch kontaktiert und motiviert an der Untersuchung teilzunehmen. Parallel dazu wurden rund 50 weitere Gemeinden telefonisch kontaktiert und über das Projekt ins Bild gesetzt. Schlussendlich haben rund 50 Gemeinden zugesagt, den Fragebogen auszufüllen.

Aufgrund von Ressourcenproblemen sind zum Ende 45 Datensätze eingegangen. Die teilnehmenden Gemeinden sind im Anhang E aufgeführt.

Die Grosszahl der Gemeinden musste aktiv angeworben werden. Nur einige wenig Gemeinden haben sich selbständig gemeldet, um an der Untersuchung teilzunehmen.

Privatbahnen

Für die Hauptuntersuchung war die Zielsetzung, dass alle 39 Privatbahnen bei der Untersuchung teilnehmen und den Fragebogen ausfüllen. Bereits in der Testphase musste aber festgestellt werden, dass dieses Unterfangen schwierig zu erreichen sein dürfte. Viele Bahnen kämpfen mit Ressourcenproblemen, wodurch die Bereitschaft für die Erarbeitung und Bereitstellung von Daten sehr unterschiedlich hoch war.

Sämtliche Privatbahnen wurden seitens des Projektteams persönlich angeschrieben und auf dieses Forschungsprojekt aufmerksam gemacht. Dieses wurde ergänzt durch ein Begleitschreiben des Bundesamtes für Verkehr, welches die Untersuchung unterstützte. Mittels Nachfassen haben schlussendlich 12 Bahnen zugesagt, bei der Untersuchung teilzunehmen. Davon sind fünf Datensätze reduziert, da sich diese in erster Linie auf den Netzzustandsbericht und ein Interview beschränken. Sieben Privatbahnunternehmen haben den Fragebogen mehr oder minder ausgefüllt. Die teilnehmenden Privatbahnen sind im Anhang F aufgeführt.

4.2.5 Schritt 5: Datenerfassung Hauptuntersuchung

Für die Hauptuntersuchung Gemeindestrasse war der Zeitraum von Juni bis Ende September 2015 vorgesehen. Es zeigte sich, dass dieses Zeitfenster für die Gemeinden zum Teil als ambitiös war.

Einige Datensätze sind folge dessen erst im Januar 2016 eingegangen. Diese wurden verwendet, um die erarbeiteten Modelle zu überprüfen.

Für die Hauptuntersuchung Privatbahnen war der Zeitraum von August bis Ende Oktober 2015 vorgesehen. Auch dieses Zeitfenster war für einige Transportunternehmen nur bedingt einhaltbar. Sodass bis im Januar 2016 die Daten eingegangen sind.

Grundsätzlich waren die Gemeinden und Privatbahnen sehr autonom im Zusammentragen der Angaben. Es wurde nur bedingt von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, die Unterstützung der Projektbeteiligten der ETH in Anspruch zu nehmen. Wenn dies der Fall war, erfolgte dies vorwiegend per Telefon zur Klärung von Fragen und in einigen Fällen durch die Besprechung vor Ort.

4.2.6 Schritt 6: Kontrolle der eingehenden Angaben

Die ausgefüllten Fragebogen der Gemeinden und der Privatbahnen werden einer ersten Kontrolle (inhaltlich wie formal) unterzogen, um fehlerhafte Eingaben, Unklarheiten oder Lücken im Fragebogen aufzudecken und unmittelbar mit den Betreiberorganisationen zu klären. Anschliessend werden die Daten in der Datenbank abgelegt und konsolidiert in die Auswertung überführt (vgl. Kapitel 5 Datenauswertung). Im Rahmen der Datenanalyse findet nochmals eine eingehende Prüfung der Daten statt. Im Vergleich mit anderen Betreiberorganisation kann einfacher aufgezeigt werden, ob Ausreisser überprüft werden müssen, oder ob die Daten in einem „vernünftigen“ Range zu liegen kommen (vgl. Kapitel 5).

Betrachtet man nur die Antworten im Fragebogen erkennt man relativ rasch, dass gesamthaft betrachtet, die Angaben bei den Gemeinden recht gut und bei den Bahnen ziemlich gut vorhanden sind. Über alles wurden die Fragebogen zu 89% bei den Gemeinden (Abbildung 6) und 73% bei den Bahnen ausgefüllt (Abbildung 7). Es wird dabei nicht unterscheiden, ob dies Schätzungen oder Messungen zugrunde liegen:

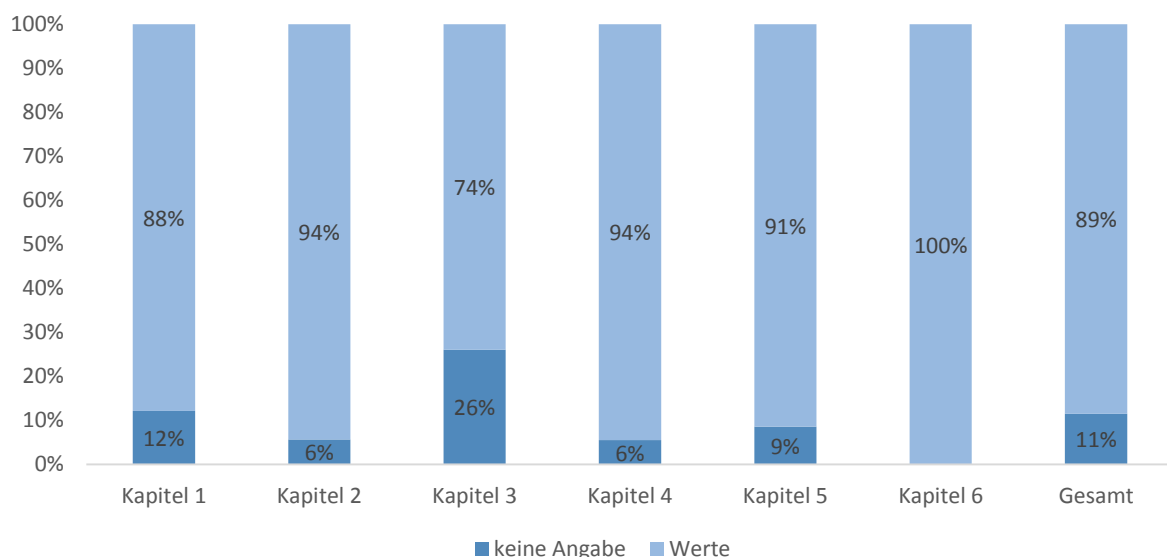


Abbildung 6: Fragebogen Gemeindestrassen – Vollständigkeitsauswertung

Kapitel 4 - Messgrößen

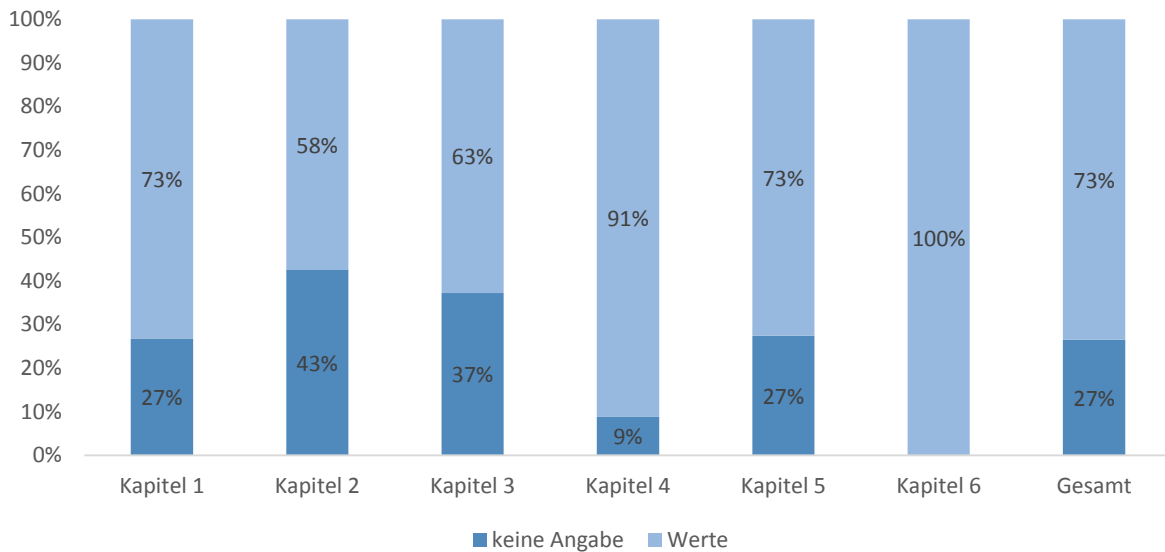


Abbildung 7: Fragebogen Privatbahnen - Vollständigkeitsauswertung

In der Auswertung musste festgestellt werden, dass diese Lücken die Regressionsanalyse erschweren beziehungsweise gemäss unserem Analyseansatz verunmöglichen. Da der Weg über die Kosten gewählt wurde, entwickelte sich insbesondere das Kapitel der betriebswirtschaftlichen Merkmale zum „Flaschenhals“ in der Analyse. Die Auswertung erfolgt im Kapitel

4.2.7 Schritt 7: Vereinbarung der Abschlussinterviews

Die Abschlussinterviews fanden im Nachgang zur Datenerfassung oder während der Datenauswertung statt. Da einige Daten relativ zeitnahe zur Auswertung eingegangen sind, war es nicht mehr möglich, alle Interviews unmittelbar nach Eingang der Daten zu terminieren. Dies wurde weitestgehend im ersten Quartal 2016 nachgeholt. Dies wurde dann auch z. T. kombiniert mit den ersten Auswertungen und zugleich als Feedback-Schleife für die Auswertungen. Dies galt sowohl für die Gemeinden wie auch für die Privatbahnen. In diesen Interviews wurde auf spezifische Eigenheiten der Betreiberorganisationen eingegangen und auf Aspekte eines gesamtheitlichen Qualitätsmanagement eingegangen:

- Teilnahme an anderen Benchmarks (intern / extern – mögliche Themengebiete – mögliche Messgrößen)
- Führung (Strukturen, zentral/dezentral)
- Politik / Strategie (Vorgaben – Zielsetzungen – Strategien)
- Mitarbeiter (Fachkompetenz, Motivation, Sozialkompetenz)
- Ressourcen (Maschinen, Einsatz von IT-Unterstützung Soft- und Hardware)
- Prozesse (ISO, Standardisierung, Automatisierung, Vernetzung)
- Kundenbezogene Ergebnisse (Leistungsniveaus, Zusatzleistungen)
- Umwelt-/ gesellschaftsbezogene Ergebnisse

4.2.7.1 Interview mit den teilnehmenden Organisationen

Mit 35 der 45 der beteiligten Gemeinden wurde ein Abschlussinterview durchgeführt.

Ergänzende Fragestellungen zum Fragebogen im Interview, um Eigenheiten zu aufzuzeigen, welche gegebener Massen nicht durch den Fragebogen erfasst werden können.

4.2.7.1.1 Gemeindestrassen

Aus den Interviews ging hervor, dass die meisten Angaben in irgendeiner Form vorhanden sind bzw. mit dem entsprechenden Aufwand zu erheben sind – sofern diese nicht bereits in ein Informationssystem erfasst wurden. Der Fragebogen wird grundsätzlich als transparent und sehr umfassend betrachtet. Der Aufwand um den Fragebogen auszufüllen betrug im Durchschnitt knapp fünf Arbeitstage (AT). In Einzelfällen wurden bis 20 AT aufgewendet. Dies steht im Zusammenhang mit der Art und der Vollständigkeit der Datenerfassung. Wurde ein Grossteil der Angaben geschätzt, konnte der Aufwand erheblich reduziert werden. Einzelne Gemeinden erledigten den Fragebogen in 1 bis 3 Arbeitstagen. Einzelne Daten waren bei den Gemeinden nicht oder noch nicht vorhanden. Insbesondere im Bereich der Zustandserfassung sind noch Lücken vorhanden. Diese sind aber im Fokus und werden nach und nach in Angriff genommen.

Wie in der Einleitung erwähnt, hat sich ein Vergleich unter den Gemeinden im Bereich des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung nicht institutionalisiert. Es gibt eine Gruppe von zehn Städte welche seit rund 20 Jahren gemäss der Empfehlung Leistungs- und Kosten-Controlling im Strassenunterhaltungsdienst ihre Daten sammeln und auswerten. In der Breite der Schweizer Gemeinden findet dies keine Anwendung. Zuweilen werden Kenngrössen für den internen Gebrauch verwendet (Salzverbrauch, Anzahl Winterdienstesätze, Treibstoffverbrauch, Wasserverbrauch bei Brunnen). Diese sind aber sehr unterschiedlich in der Verwendung und stark abhängig von den Interessen der Beteiligten in den Gemeinden. Der Einbezug von Finanzkennzahlen ist feststellbar, insbesondere wenn es darum geht, die Leistung zu quantifizieren. Diese werden auch in jährlichen Rechenschaftsberichten/Verwaltungsbericht und hin und wieder in expliziten Zielsetzungen festgehalten. Dabei müssen erhebliche Abweichungen in der Regel erklärt werden (bspw. durch besondere Ereignisse wie Schadenfälle, Unwetter etc.). Diese Rechenschaftsberichte finden sich eher in grösseren Gemeinden (mehr als 10'000) und / oder Gemeinden die sich zur Wirkungsorientierten Verwaltungsführung (WoV) verpflichtet haben.

Strategien und Zielvorgaben entscheiden massgebend über die zu erbringenden Leistungen. Sie definieren die Aufgaben und deren Umfang. In der Breite wurde festgestellt, dass die fachlichen Vorgaben für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung von untergeordneter Bedeutung sind. Es kommt vor, dass Kundenbedürfnisse direkt über die Exekutive angemeldet werden, was zu (Einzel-)Massnahmen führt. In der Regel bestehen Leitbilder, welche den Aufgabenumfang umschreiben und durch Fachpersonen aus der Verwaltung definiert werden. Daraus resultieren dann die Vorgaben, welche umgesetzt werden sollen. Die Fachpersonen der Gemeindeverwaltung erstellen daraus abgeleitet das Budget. In der entsprechenden Koordination der Departement oder Abteilungen werden über den Finanzbedarf dann die Leistungen „neu“ definiert bzw. korrigiert.

Langjährige Mitarbeiter, wie sie in vielen Gemeinden zu verzeichnen sind, sind Gewähr für ein grosses Know-How in der Belegschaft. Mit der Einstellung von jungen motivierten Mitarbeitenden, welche neue Ansätze einbringen, ergibt sich im Zusammenspiel mit den vorhandenen Ortskenntnissen ein guter Mix, welche anstehende Arbeit erledigen lässt. Zielgerichtete Weiterbildungen führen zu einem schlagkräftigen Team. Insbesondere in Gemeinden, welche den kleinen baulichen Unterhalt, die Grünpflege, die Reinigung und den Winterdienst in einer Organisationseinheit zusammengefasst haben, geben die saisonalen Arbeiten den Takt der Aufgaben an. Dies führt dazu, dass unterschiedliche zusammengesetzte Teams mit unterschiedlichen Qualifikationen die Aufgaben entsprechend bewältigen können. Während ein Gärtner den Lead im Frühling hat, wenn es um die Grünarbeiten geht, hat der Strassenbauer das Zepter in der Hand, wenn kleine Strassenreparaturen ausgeführt werden müssen. Dies führt zu einer abwechslungsreichen Arbeit über das ganze Jahr und steigert in der Regel die Motivation der Mitarbeitenden. Daraus wird ersichtlich, dass auch verschiedene Aufgaben für die Gemeinde erfüllt werden, welche in erster Linie

nicht zum betrieblichen Unterhalt und der Instandhaltung der Gemeindestrassen gehören – bspw. Einsatz für andere Verwaltungseinheiten wie Zügelarbeiten; Unterstützung bei ortsspezifischen Anlässe (Fasnacht, versch. Märkte, Dorf- bzw. Stadtfest). Hier zeigen sich Unterschiede in den einzelnen Funktionen der Gemeinden. Insbesondere Gemeinden mit Zentrumsfunktion (Bezirks- oder Kantonshauptstädte), touristischen Gemeinden oder historischen Städten kommen überkommunale Funktionen zu, welche sich in der Anzahl an Veranstaltungen niederschlagen und dadurch zu einer veränderten Allokation von Aufgaben niederschlagen (Reinigung wird wichtiger als kleiner baulicher Unterhalt).

Die Digitalisierung als 4. Industrielle Revolution hält in sehr kleinen Schritten auch bei den Tätigkeiten des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung Einzug und steigt in der Bedeutung. Lag über Jahre, vermutlich Jahrzehnte, das Wissen bezüglich Zustand, Alter und notwendiger Massnahmen an der Infrastruktur bei den Mitarbeitenden des Unterhalts, werden mehr und mehr Informationen in Geographischen Informationssystemen (GIS) und Datenbanken (DB) erfasst und bewirtschaftet. Diese Systeme dienen vorwiegend als Hilfsmittel, um das Wissen über das Netz darzustellen und den Einsatz der Mitarbeitenden zu steuern und planen. Je nach Ausbaustandard können damit verschieden Gewerke einer Gemeinde koordiniert werden. Eine sehr wichtige Aufgabe dabei ist die Nachführung der Daten. Dies wird zu einem erheblichen Teil durch externe Auftragnehmer (Gemeindeingenieur oder projektbezogene Aufträge an Unternehmen) wahrgenommen. Bei grösseren Gemeinden mit einer entsprechenden eigenen IT-Abteilung werden solche GIS und DB selbständig geführt. Einzug nimmt hier die Verwendung von Tablet-Computer, wo anstelle des Plans der unmittelbare Zugang zu den Daten möglich ist und dabei auch Veränderungen unmittelbar nachgeführt werden können. Der Einsatz von weiteren IT-Tools ist an vorderster Front im betrieblichen Unterhalt und der Instandhaltung aber noch nicht so verbreitet, zumal vieles immer noch Handarbeit ist. Allerdings dürften IT-Anwendungen vermehrt eingesetzt werden für ein effizienteres Auftragsmanagement. Auch im Austausch mit den möglichen Kunden wird die Informationstechnologie einen weiteren Schritt vorwärts machen. Bereits im Einsatz sind Tools, welche es den Bürgern erlaubt, (Schadens-)Meldungen einzureichen, welche im entsprechenden Auftragsmanagement erfasst und abgearbeitet werden können. Die steigende Herausforderung und Komplexität in den Aufgaben können mit einem entsprechenden internen Auftragsmanagement besser bewältigt werden.

Alter der Infrastrukturanlage Strasse: Das Alter einer Strasse ist in der Regel nicht von grosser Bedeutung in Bezug auf Massnahmen. Der Zustand entscheidet in erster Linie über die Art und den möglichen Zeitpunkt der Massnahmen. Das Alter – sofern man es denn kennt – kann als Richtgrösse dienen für das längerfristige Erhaltungsmanagement. Daraus wird ersichtlich, dass der betriebliche Unterhalt und die Instandhaltung nicht losgelöst von der Sanierung/Erneuerung betrachtet werden können (und umgekehrt).

Die Gemeinden verfügen in der Regel über einen zweckmässigen zuweilen auch modernen Fahrzeug- und Gerätepark. - Insbesondere Gemeinden mit einem eigenen Fahrzeugunterhalt (Werkstätten und Mechaniker) sind sehr zufrieden mit dem Fahrzeugpark.

Der Betrieb und Unterhalt der Beleuchtung wird in einem nicht unwesentlichen Teil der Gemeinden nicht selbst betrieben. Oft kümmern sich örtlich, regionale oder kantonale Elektrizitätsgesellschaften um den Betrieb der Beleuchtung. Die Erstellung / Neubau erfolgt in der Regel durch die Gemeinde, in deren Besitz die Anlage auch bleibt, oder durch den Kanton. Welche den Betrieb aber an die Gemeinden auslagert, bzw. delegiert.

Es wird festgestellt, dass Verkehrsregelungsanlagen in aller Regel nicht bei den Gemeindestrassen angesiedelt sind. Unter Umständen gibt es den einen oder anderen geregelt Fussgängerstreifen.

4.2.7.1.2 Privatbahnen

Mit 9 der 12 der beteiligten Bahnen wurde ein Abschlussinterview durchgeführt.

Ein Benchmarking in der Überwachung und der Instandhaltung wird in aller Regel nicht durchgeführt. Es gibt wohl in der übersichtlichen Gemeinschaft der Privatbahnen einen regen Austausch zwischen den einzelnen Unternehmen (mehr oder minder organisiert durch Interessensorganisationen bspw. RAILplus; Vereinigung von Transportunternehmen im Meterspurbereich). Zudem gibt es Unternehmen, welche intern Kennzahlen und Indikatoren führen, um die Effizienz zu überwachen. Das BAV führt jeweils im Herbst eine Fachtagung Eisenbahninfrastruktur mit aktuellen Themen durch. Im Rahmen der Berichterstattung für die Leistungsvereinbarung ans BAV werden eine umfangreiche Anzahl Angaben bei den Privatbahnen zusammengetragen. Diese sind aber nicht nur auf die Überwachung und die Instandhaltung als Teil des Unterhalts ausgerichtet. Mit Inkrafttreten der RTE 29900 (1. Januar 2015) wurde eine Richtlinie vorgegeben, wie der Netzzustandsbericht zu erstellen ist. Die bis anhin freie Form der Berichterstattung (beispielsweise als Teil des Geschäftsberichtes der Transportunternehmung) muss nun in einer einheitlichen Form erstellt und dem BAV eingereicht werden. Eine Vereinheitlichung bezüglich dem Wissensstand zum Zuständen der CH-Eisenbahn-Infrastruktur wird kurzum erreicht werden.

Die Organisationen der Transportunternehmen werden in aller Regel als flach und sehr direkt eingestuft. Die Grösse der Bahnunternehmung (beeinflusst durch Übernahmen, Zusammenschlüsse oder Zusammenarbeitsformen) führen zu den Betreiberorganisationen, wie sie gegenwärtig vorgefunden werden. Je grösser und weiter ein Netz verteilt ist, umso mehr gibt es Aspekte, welche Vorzügen einer dezentralen Organisation aufweisen – zum einen in Bezug auf die Reaktionszeiten im Ereignisfall zum anderen auch in einer Verbundenheit beziehungsweise Verankerung mit der Unternehmung.

Für Transportunternehmen sind die Sicherheit und Zuverlässigkeit sehr wichtig. Aus diesen Gründen sind Überwachung, Instandhaltung und grundsätzlich auch die Instandsetzung sehr wichtig. Der präventive Unterhalt ist weitestgehend als Standard zu betrachten. Es soll vermieden werden, dass der Bahnbetrieb beeinträchtigt wird, oder dass Sach- oder gar Personenschäden eintreten. Im Zuge der Kundenzufriedenheit ist auch Reinigung und Winterdienst der Publikumsanlagen wichtig (beispielsweise beim Zugang zur Schiene). Dies ist insbesondere mit den Rückmeldungen der Kunden auch messbar.

Es ist eine Tendenz erkennbar, dass planbare Arbeiten Fremdvergeben werden und der Ereignisfall durch eigene Ressourcen abgedeckt wird. Dies setzt voraus, dass die eigenen Mitarbeiter das Know-how entsprechend anwenden und pflegen.

Auch bei den Mitarbeitern ist Sicherheit gross geschrieben. Alle Mitarbeiter die sich auf oder neben der Schiene bewegen haben in der Regel die entsprechende Sicherheitsausbildung.

Die Ausrüstung und die Anwendung von unterstützender, spezifischer Software schreiten voran. ERP¹², GIS, Unterhaltungssoftware sind Hilfsmittel, die bereits im Einsatz stehen, oder kurz vor der Einführung stehen.

Während die klimatischen Bedingungen (ausgenommen besondere Ereignisse wie Schnee, Eis und Überschwemmungen) einen geringeren Einfluss auf die betriebliche Unterhalts- und Instandhaltungstätigkeiten haben, sind den Anforderungen aus dem Bahnbetrieb einer immer grösser werdenden Bedeutung zuzumessen. Streckensperrungen für Bauarbeiten der Instandhaltung gehen in der Anzahl und Dauer zurück. Man nimmt dahingehend soweit als möglich Rücksicht auf die

¹² Enterprise Resourceplanning – Unternehmensressourcenplanung bzw. Unternehmensinformationssystem

Kunden, dass der Bahnbetrieb weitestgehend nicht beeinträchtigt wird (=> Nachtarbeit und Randzeiten). Wobei dann wieder die Lärmbelastungen genau unter Kontrolle gehalten werden müssen. Dies in Abwägung der zeitlichen und finanziellen Möglichkeiten.

Die Transportunternehmungen verfügen bezüglich der Fahrzeuge und Gerätschaften über einen guten Standard. „Was man braucht, das hat man!“ – nicht immer auf dem neusten Stand, aber zweckmässig. Im Ereignisfall können Ressourcen zugemietet oder Leistungen eingekauft werden.

Da viele Tätigkeiten rund um die Schiene sicherheitsrelevant sind, haben sich verschiedene Mechanismen der Qualitätssicherung etabliert. Zum einen durchdringen umfassende Qualitätsmanagementsysteme die ganze Prozesslandschaft eines Unternehmens zum anderen unterstützen Checklisten die relevanten Massnahmen.

Privatbahnen verhalten sich zuweilen wie Schiffe: grosse moderne Containerschiffe und kleine, wendige Hafenschlepper. Der Vergleich ist möglich, aber insbesondere bei kleinen Stichprobengrößen sind die Resultate mit der entsprechenden Vorsicht zu interpretieren.

4.2.8 Bemerkungen

Je höher das Interesse an der Auswertung, desto höher ist die Motivation an der Untersuchung teilzunehmen. Entsprechend steigt auch die Qualität der Daten. Man befindet sich auf einer Gratwanderung zwischen „man muss mitmachen“ oder „man will mitmachen“. Es wurde festgestellt, dass die Daten nicht in einer einzelnen Datenbank oder Ablage vorhanden sind. Oftmals ist es ein zeitaufwendiges Zusammentragen von einzelnen Daten. Wenn man den Betreiberorganisationen den Nutzen der Untersuchung aufzeigen kann, und diese von den Resultaten sich etwas ausrechnen, ist ein grosser Schritt gemacht, die Organisationen zur Teilnahme zu begeistern, so dürfen gute Ergebnisse vorausgesetzt werden.

Es hat sich gezeigt, dass der Fragebogen noch benutzerfreundlicher werden darf, damit dieser zum einen einfach zum Ausfüllen ist und zum anderen nicht eine abschreckende Wirkung für künftige Datenerfassungen aussendet. Da angestrebt wird, einen einheitlichen Kontenplan bereitzustellen, muss dahingehend gewirkt werden.

4.3 Deskriptive Statistik der Forschungsdaten

Dieses Kapitel umschreibt die eingegangenen Daten (Grunddaten, Kosten und Zeitaufwand) in einer deskriptiven Statistik:

4.3.1 Gemeindestrassen

Tabelle 18 zeigt die Anzahl Datenpunkte, die Nullwerte und die Anzahl fehlender Daten. Zudem sind Durchschnittswert und Median aufgeführt. In der Tabelle 19 finden sich die statistischen Werte (zentrale Tendenz und Streuung) der Angaben für minimal und maximal Wert sowie Standardabweichung, Intervall, Kurtosis und Schiefe. Ebenfalls für die Grundwerte, Kosten und Zeitaufwand bei den Gemeindestrassen.

Kapitel 4 - Messgrössen

Tabelle 18: Deskriptive Statistik der Strassennetzcharakteristiken, Kosten (CHF) und Zeit (Stunden) für die Gemeinden – Anzahl Datenpunkte, Qualität, Durchschnitt und Median

	Anzahl Datenpunkte	Anzahl Nullwerte	Fehlende Daten	Durchschnitt	Median
Meter über Meer (Höhenlage)	45	0	0	540	485
Gesamtlänge (m)	45	0	0	74'932	48'594
Gesamte Verkehrsfläche (m ²)	45	0	0	621'101	342'496
Gesamtverkehrsfläche (m ²) (ohne Drittflächen)	45	0	0	593'187	311'833
Gesamte gereinigte Fläche (m ² /Jahr)	45	0	0	19'650'036	6'025'936
Gesamt Grünfläche (m ²)	41	0	3	38'998	10'600
Anzahl Einwohner	45	0	0	23'974	10'917
kleiner baulicher Unterhalt (CHF)	45	0	0	882'114	493'500
Personalkosten kleiner baulicher Unterhalt (CHF)	45	0	0	529'685	180'000
Fremdkosten kleiner baulicher Unterhalt (CHF)	45	5	0	241'149	150'000
Sach- und Materialkosten kleiner baulicher Unterhalt (CHF)	43	1	2	116'456	46'000
Reinigung (CHF)	45	0	0	796'886	237'280
Personalkosten Reinigung (CHF)	45	0	0	706'529	170'000
Fremdkosten Reinigung (CHF)	45	12	0	63'895	25'000
Sach- und Materialkosten Reinigung (CHF)	43	4	2	27'693	9'000
Grünpflege (CHF)	45	1	0	398'131	174'230
Personalkosten Grünpflege (CHF)	45	1	0	257'045	135'960
Fremdkosten Grünpflege (CHF)	45	12	0	91'950	12'500
Sach- und Materialkosten Grünpflege (CHF)	43	3	2	51'421	10'000
Winterdienst (CHF)	45	0	0	295'685	124'400
Personalkosten Winterdienst (CHF)	45	0	0	126'654	68'000
Fremdkosten Winterdienst (CHF)	45	7	0	138'465	45'406
Sach- und Materialkosten Winterdienst (CHF)	43	0	2	31'987	20'000
Tech. Dienste und Beleuchtung (CHF)	42	0	3	239'808	154'900
Personalkosten Tech. Dienste und Beleuchtung (CHF)	45	29	0	28'851	0
Fremdkosten Tech. Dienste und Beleuchtung (CHF)	43	0	2	152'948	78'000
Sach- und Materialkosten Tech. Dienste und Beleuchtung (CHF)	42	5	3	53'368	19'750
Personalkosten Overhead (Führung, Controlling, Administration) (CHF)	42	3	3	210'782	120'548
Fahrzeug Betriebs- und Unterhaltskosten (CHF)	44	0	1	285'944	88'500
Additional Materialkosten (CHF)	45	25	0	14'457	0
Gesamtkosten Instandhaltung und Unterhalt der kommunalen Strassen (CHF)	41	0	4	2'123'609	1'778'493

Kapitel 4 - Messgrössen

Tabelle 18 (fortgesetzt)

	Anzahl Datenpunkte	Anzahl Nullwerte	Fehlende Daten	Durchschnitt	Median
Gesamt Stunden	45	0	0	27'352	12'528
Stunden kleiner baulicher Unterhalt	45	0	0	8'979	2'670
Stunden Reinigung	45	0	0	9'918	2'575
Stunden Grünpflege	45	1	0	3'943	1'900
Stunden Winterdienst	45	0	0	2'016	1'040
Stunden Beleuchtung und tech. Dienste	43	28	1	471	0
Stunden Overhead	45	5	0	2'472	1'347

Tabelle 19: Deskriptive Statistik für Allgemeine Strassennetzcharakteristiken, für Kosten (CHF) und Zeit (Stunden) für die Gemeinden – Maximum, Minimum, Standardabweichung, Intervall, Kurtosis, Schiefe

	Max	Min	Std. Abw.	Intervall	Kurtosis*	Schiefe**
Meter über Meer (Höhenlage)	1'608	310	216	1'298	14	3
Gesamtlänge (m)	737'000	9'458	115'602	727'542	26	5
Gesamte Verkehrsfläche (m ²)	8'144'000	99'374	1'240'418	8'044'626	33	5
Gesamtverkehrsfläche (m ²) (ohne Drittflächen)	8'144'000	87'800	1'243'841	8'056'200	33	6
Gesamte gereinigte Fläche (m ² /Jahr)	182'779'000	1'324'002	37'392'867	181'454'998	11	3
Gesamt Grünfläche (m ²)	292'000	150	62'871	291'850	7	3
Anzahl Einwohner	400'000	3'560	59'622	396'440	38	6
kleiner baulicher Unterhalt (CHF)	15'140'000	14'496	2'230'867	15'125'504	40	6
Personalkosten kleiner baulicher Unterhalt (CHF)	13'440'000	5'500	1'979'690	13'434'500	44	7
Fremdkosten kleiner baulicher Unterhalt (CHF)	2'085'232	0	348'037	2'085'232	18	4
Sach- und Materialkosten kleiner baulicher Unterhalt (CHF)	1'700'000	0	268'132	1'700'000	30	5
Reinigung (CHF)	18'848'000	22'500	2'840'443	18'825'500	39	6
Personalkosten Reinigung (CHF)	17'373'000	6'654	2'632'128	17'366'346	39	6
Fremdkosten Reinigung (CHF)	929'000	0	141'539	929'000	33	5
Sach- und Materialkosten Reinigung (CHF)	546'000	0	83'216	546'000	38	6
Grünpflege (CHF)	4'664'705	0	803'037	4'664'705	20	4
Personalkosten Grünpflege (CHF)	2'871'705	0	457'834	2'871'705	25	5
Fremdkosten Grünpflege (CHF)	1'500'000	0	261'111	1'500'000	22	5
Sach- und Materialkosten Grünpflege (CHF)	833'000	0	141'923	833'000	24	5
Winterdienst (CHF)	2'890'000	8'300	458'636	2'881'700	24	4
Personalkosten Winterdienst (CHF)	650'000	6'000	143'679	644'000	3	2
Fremdkosten Winterdienst (CHF)	2'267'000	0	347'119	2'267'000	34	6
Sach- und Materialkosten Winterdienst (CHF)	134'000	695	34'367	133'305	2	2

Tabelle 19 (fortgesetzt)

	Max	Min	Std. Abw.	Intervall	Kurtosis*	Schiefe**
Tech. Dienste und Beleuchtung (CHF)	1'802'551	5'000	308'884	1'797'551	16	4
Personalkosten Tech. Dienste und Beleuchtung (CHF)	220'000	0	56'733	220'000	3	2
Fremdkosten Tech. Dienste und Beleuchtung (CHF)	1'692'721	3'000	266'332	1'689'721	28	5
Sach- und Materialkosten Tech. Dienste und Beleuchtung (CHF)	460'000	0	92'245	460'000	10	3
Personalkosten Overhead (Führung, Controlling, Administration) (CHF)	2'441'000	0	402'533	2'441'000	24	5
Fahrzeug Betriebs- und Unterhaltskosten (CHF)	4'555'792	32'000	744'166	4'523'792	26	5
Additional Materialkosten (CHF)	300'000	0	45'742	300'000	36	6
Gesamtkosten Instandhaltung und Unterhalt der kommunalen Strassen (CHF)	13'044'399	362'257	2'256'227	12'682'142	14	3
Gesamt Stunden	521'640	950	76'877	520'690	41	6
Stunden kleiner baulicher Unterhalt	248'400	100	36'630	248'300	44	7
Stunden Reinigung	214'000	203	32'481	213'797	38	6
Stunden Grünpflege	50'500	0	7'698	50'500	32	5
Stunden Winterdienst	20'000	148	3'194	19'852	23	4
Stunden Beleuchtung und tech. Dienste	6'000	0	1'111	6'000	14	3
Stunden Overhead	15'119	0	3'319	15'119	5	2

* Kurtosis (oder Wölbung) ist eine Messgrösse, welche angibt, wie spitz eine Kurve verläuft. Es wird unterschieden zwischen positive, spitz zulaufender Kurtosis (positiver Wert) und flacher Kurtosis (negative Wert). Bei normal verteilten Daten ist der Kurtosis-Wert 0.

** Die Schiefe ist eine statistische Kennzahl, die die Art und Stärke der Asymmetrie einer Wahrscheinlichkeitsverteilung beschreibt. Sie zeigt an, ob und wie stark die Verteilung nach rechts (positive Schiefe) oder nach links (negative Schiefe) geneigt ist. Jede nicht symmetrische Verteilung heisst schief.

Aus der Kostensicht stellen vier Gemeinden nicht umfassende Informationen zur Verfügung. Aus diesem Grund wurden diese nicht in der Auswertung verwendet. Die Daten würden bezüglich Ausreisser geprüft. Dies führte dazu, dass weitere drei Gemeinden von der Auswertung ausgeschlossen werden musste. Diese Gemeinden stehen für Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und Instandhaltung von Gemeindestrassen im Umfang von rund 5 Mio. Franken. Die folgenden Ausführungen fokussieren auf den generellen Angaben der verbleibenden 38 Gemeinden in Bezug auf das Strassennetzwerk, die Kosten und den Zeitaufwand.

Die Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung der kommunalen Strasse liegen zwischen 362'257 Franken und 3'418'300 Franken. Die Hälfte der Gemeinden, welche diese Kostendaten bereitstellen, geben zwischen 749'251 Franken und 2'254'018 Franken aus (Interquartilsabstand). Der Median für diese Kosten liegt bei 1'621'676 Franken. Der Durchschnitt liegt bei 1'580'545 Franken und die Standardabweichung bei 906'007 Franken. Aus den zu Grunde liegenden Daten wird ersichtlich, dass die Gemeinde mit den höchsten Kosten rund neun Mal mehr ausgibt, als diejenige mit den geringsten Ausgaben.

Die Kosten für den kleinen baulichen Unterhalt umfasst im Durchschnitt rund 31% der Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung der Gemeindestrassen. Die Spannweite reicht von 39'390 CHF bis 1'166'000 CHF. Die Hälfte der Gemeinden gibt zwischen 190'757 CHF und 736'588 CHF aus (Interquartilsabstand). Der Median für diese Kostenkategorie liegt bei 418'250 CHF. Der Durchschnitt liegt bei 471'595 CHF und die Standardabweichung bei 318'351 CHF. Aus den Angaben kann nachgelesen werden, dass die Gemeinde mit den höchsten Kosten rund 30-Mal so viel ausgibt, wie die Gemeinde mit den geringsten Ausgaben.

Die Reinigungskosten umfassen durchschnittlich rund 17% der Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung der Gemeindestrassen. Die Spannweite reicht von 22'500 CHF bis 900'000 CHF. Die Hälfte der Gemeinden gibt zwischen 103'245 CHF und 364'715 CHF aus (Interquartilsabstand). Der Median für diese Kostenkategorie liegt bei 232'229 CHF. Der Durchschnitt liegt bei 274'327 CHF und die Standardabweichung bei 232'299 CHF. Aus den Angaben kann nachgelesen werden, dass die Gemeinde mit den höchsten Kosten rund 40-Mal so viel ausgibt, wie die Gemeinde mit den geringsten Ausgaben.

Die Kosten für die Grünpflege umfasst durchschnittlich rund 13% der Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung der Gemeindestrassen. Die Spannweite reicht von 0 CHF bis 903'500 CHF. Die Hälfte der Gemeinden gibt zwischen 73'280 CHF und 255'564 CHF aus (Interquartilsabstand). Der Median für diese Kostenkategorie liegt bei 148'355 CHF. Der Durchschnitt liegt bei 211'683 CHF und die Standardabweichung bei 216'702 CHF.

Die Winterdienstkosten umfassen durchschnittlich rund 13% der Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung der Gemeindestrassen. Die Spannweite reicht von 8'300 CHF bis 793'603 CHF. Die Hälfte der Gemeinden gibt zwischen 74'235 CHF und 273'935 CHF aus (Interquartilsabstand). Der Median für diese Kostenkategorie liegt bei 123'512 CHF. Der Durchschnitt liegt bei 221'174 CHF und die Standardabweichung bei 229'085 CHF. Aus den Angaben kann abgelesen werden, dass die Gemeinde mit den höchsten Kosten rund 96-Mal so viel ausgibt, wie die Gemeinde mit den geringsten Ausgaben.

Die Kosten für den technischen Dienst umfasst durchschnittlich rund 11% der Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung der Gemeindestrassen. Die Spannweite reicht von 5'000 CHF bis 585'930 CHF. Die Hälfte der Gemeinden gibt zwischen 63'550 CHF und 2382'550 CHF aus (Interquartilsabstand). Der Median für diese Kostenkategorie liegt bei 139'937 CHF. Der Durchschnitt liegt bei 175'808 CHF und die Standardabweichung bei 147'991 CHF. Aus den Angaben kann abgelesen werden, dass die Gemeinde mit den höchsten Kosten rund 117-Mal so viel ausgibt, wie die Gemeinde mit den geringsten Ausgaben.

Für den Unterhalt und Betrieb von Fahrzeugen und Geräten werden durchschnittlich rund 7% der Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung der Gemeindestrassen aufgewendet. Dies geht von 32'000 CHF bis 263'000 CHF. Die Hälfte der Gemeinden bewegt sich für dies Kostenposition in einer Spannweite von 53'733 CHF und 132'939 CHF (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 84'425 CHF, der Durchschnitt bei 97'002 und die Standardabweichung bei 56'900 CHF. Die Gemeinde mit den höchsten Ausgaben gibt rund acht Mal mehr aus, als die Gemeinde mit den tiefsten Ausgaben.

Die Personalkosten für die Führung, Controlling und allfällige Assistenz betragen durchschnittlich 7% der Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung. Sie Spannweite geht von 0 CHF bis 660'000 CHF. Die Hälfte der Gemeinden liegt mit diesen Ausgaben zwischen 16'500 CHF und 181'792 CHF (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 105'240 CHF, der Durchschnitt bei 121'015 CHF und die Standardabweichung bei 131'249 CHF. Die Gemeinde mit den höchsten Ausgaben gibt rund fünf Mal mehr aus, als die Gemeinde mit den tiefsten Personalkosten für die Führung.

Die Gesamtkosten für das operative Personal sind verantwortlich für durchschnittlich 46% der Gesamtkosten des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung. Die Spannweite beträgt 47'300 CHF bis 1'826'300 CHF. Die Hälfte der Gemeinden weist Kosten zwischen 306'216 CHF und 1'014'250 CHF auf (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 667'913 CHF, der Durchschnitt bei 731'107 CHF und die Standardabweichung bei 480'688 CHF. Die Gemeinde mit den höchsten Ausgaben gibt rund 39 Mal mehr für diese Kostenposition aus, als die Gemeinde mit den tiefsten Ausgaben.

Die Sach- und Materialkosten belaufen sich auf rund 11% der Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung der Gemeindestrassen. Die Spannweite der Kosten geht von 19'000 CHF bis 961'800 CHF, wobei die Hälfte der Gemeinden, welche Angaben zu diesen Kosten machen, sich zwischen 53'625 CHF und 235'725 CHF bewegen (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 122'000 CHF, der Durchschnitt bei 193'911 CHF und die Standardabweichung bei 215'502 CHF. Aus den vorliegenden Daten wird ersichtlich, dass die Gemeinde mit den höchsten Sach- und Materialkosten rund 50 Mal mehr ausgibt, als die Gemeinde mit den tiefsten Ausgaben.

Die Fremdkosten betragen durchschnittlich rund 29% der Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung der Gemeindestrassen. Die Spannweite der Kosten geht von 66'500 CHF bis 1'198'000 CHF. Die Hälfte der Gemeinden, welche Kostendaten angegeben haben, wenden zwischen 143'500 CHF und 762'960 CHF (Interquartilsabstand) auf. Der Median liegt bei 335'000 CHF, der Durchschnitt bei 454'210 CHF und die Standardabweichung bei 345'096 CHF. Aus den vorliegenden Daten wird ersichtlich, dass die Gemeinde mit den höchsten Ausgaben rund 18 Mal mehr ausgibt, als die Gemeinde mit den tiefsten Ausgaben.

Die Gesamtlänge des Strassennetzwerkes liegt zwischen 9.5 km und 135 km. Die Hälfte der Gemeinden hat eine Netzlänge zwischen 27.2 km und 60.4 km (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 44.2 km, der Durchschnitt liegt bei 49.9 km und die Standardabweichung bei 29.2 km. Aus den Angaben geht hervor, dass die Gemeinde mit dem längsten Streckennetz rund 14 Mal länger ist, als die Gemeinde mit dem kürzesten Strassennetzwerk.

Die Gesamtfläche des Strassennetzwerkes (inkl. allfälliger bewirtschafteter Drittflächen) bewegt sich zwischen 99'374 m² und 802'950 m². Die Hälfte der Gemeinden bewirtschaftet eine Verkehrsfläche zwischen 222'491 m² und 449'846 m² (Interquartilsabstand). Der Median für die Flächen liegt bei 311'423 m², der Durchschnitt bei 342'896 m² und die Standardabweichung bei 169'5118 m². Aus den Angaben geht hervor, dass die Gemeinde mit der grössten Verkehrsfläche rund acht Mal mehr bewirtschaftet als die Gemeinde mit der kleinsten zu bewirtschaftenden Fläche.

Die gesamten Flächen, welche durch die Gemeinden jährlich gereinigt werden, liegen in der Spannweite zwischen 1'324'002 m² und 27'625'768 m². Die Hälfte der Gemeinden reinigen jährlich Flächen zwischen 3'476'788 m² und 9'677'579 m² (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 5'290'250 m², der Durchschnitt bei 8'378'381 m² und die Standardabweichung bei 7'662'847 m². Aus den Angaben der Gemeinden geht hervor, dass die Gemeinde mit der grössten Reinigungsleistung (flächenmässig) rund 21 Mal mehr Reinigungsaufwand hat, als die Gemeinde mit dem kleinsten Aufwand. Wird die gesamte Fläche betrachtet, welche gereinigt wird im Verhältnis zur Gesamtverkehrsfläche, stellen wir fest, dass hier eine Spannweite von vier Mal das Ganze Netzreinigen bis hin zu 71 Mal das Ganze Netz reinigen geht. Die Hälfte der Gemeinden reinigt das Strassennetz zwischen 13 und 32 Mal. Der Median liegt hier bei 21 Mal, der Durchschnitt liegt bei 24 Mal und die Standardabweichung bei 14 Mal.

Die Strassengrünflächen reichen zwischen 150 m² und 292'000 m². Die Hälfte der Gemeinden liegt zwischen 2'000 m² und 40'750 m² (Interquartilsabstand). Der Median für die Strassengrünflächen liegt bei 4'500 m², der Durchschnitt bei 27'724 m² und die Standardabweichung bei 53'354 m². Aus

den Angaben geht hervor, dass die Gemeinde mit der grössten Strassengrünfläche fast 2'000 Mal mehr Strassengrünfläche betreut, als die Gemeinde mit der kleinsten Grünfläche.

Die Höhenlage der teilnehmenden Gemeinden variiert zwischen 310 Meter über Meer und 1'608 Meter über Meer. Die Hälfte der teilnehmenden Gemeinden liegt zwischen 430 Meter und 570 Meter über Meer (Interquartilsabstand). Die Medianhöhe liegt bei 478 Meter, die durchschnittliche Höhenlage bei 548 Meter über Meer und die Standardabweichung ist 232 Meter.

Die Einwohnerzahl variiert zwischen 3'560 Personen und 25'529 Personen. Die Hälfte der Gemeinden hat zwischen 6'726 Personen und 16'020 Personen (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 10'616 Personen, der Durchschnitt bei 11'808 Personen und die Standardabweichung bei 5'721. Aus diesen Informationen geht hervor, dass die Gemeinde mit der grössten Einwohnerzahl rund sieben Mal grösser als die „kleinste“ teilnehmende Gemeinde ist.

Die geleisteten Stunden für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung liegen zusammengezogen zwischen 950 und 48'300 Stunden. Die Hälfte der Gemeinden wendet zwischen 5'727 Stunden und 19'555 Stunden für den kleinen baulichen Unterhalt, Reinigung, Grünpflege, Winterdienst, technische Dienste und Overhead auf (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 10'775 Stunden, der Durchschnitt bei 13'222 Stunden und die Standardabweichung bei 9'731 Stunden. Aus den Angaben geht hervor, dass die Gemeinde mit dem grössten Aufwand rund 51 Mal mehr Stunden investiert, als die Gemeinde mit dem kleinsten Aufwand.

Die aufgewendeten Stunden für den kleinen baulichen Unterhalt belaufen sich auf rund 26% der gesamten Stunden für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung. Sie belaufen sich zwischen 100 und 9'828 Stunden. Die Hälfte der Gemeinden liegt in der Spannweite zwischen 1'200 und 5'276 Stunden für den kleinen baulichen Unterhalt (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 2'381 Stunden, der Durchschnitt bei 3'252 Stunden und die Standardabweichung bei 2'476 Stunden. Es zeigt sich, dass die Gemeinde mit dem grössten Stundenaufwand rund 100 Mal höher liegt, als die Gemeinde mit dem geringsten Aufwand.

Die aufgewendeten Stunden für die Reinigung belaufen sich auf rund 26% der gesamten Stunden für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung. Sie belaufen sich zwischen 203 und 11'250 Stunden. Die Hälfte der Gemeinden liegt in der Spannweite zwischen 780 und 5'462 Personalstunden für die Reinigung (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 2'149 Stunden, der Durchschnitt bei 3'420 Stunden und die Standardabweichung bei 3'264 Stunden. Es zeigt sich, dass die Gemeinde mit dem grössten Stundenaufwand für die Reinigung rund 55 Mal höher liegt, als die Gemeinde mit dem geringsten Aufwand.

Die aufgewendeten Stunden für die Grünpflege belaufen sich auf rund 19% der gesamten Stunden für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung. Sie belaufen sich zwischen 0 und 9'302 Stunden. Die Hälfte der Gemeinden liegt in der Spannweite zwischen 813 und 3'225 Personalstunden für die Grünpflege (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 1'598 Stunden, der Durchschnitt bei 2'232 Stunden und die Standardabweichung bei 2'166 Stunden.

Die aufgewendeten Stunden für den Winterdienst belaufen sich auf rund 12% der gesamten Stunden für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung. Sie belaufen sich zwischen 148 und 20'000 Stunden. Die Hälfte der Gemeinden liegt in der Spannweite zwischen 433 und 1'715 Personalstunden für den Winterdienst (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 876 Stunden, der Durchschnitt bei 1'927 Stunden und die Standardabweichung bei 3'405 Stunden. Es zeigt sich, dass die Gemeinde mit dem grössten Stundenaufwand für den Winterdienst rund 135 Mal höher liegt, als die Gemeinde mit dem geringsten Aufwand.

Die aufgewendeten Stunden für den technischen Dienst belaufen sich auf rund 3% der gesamten Stunden für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung. Sie belaufen sich zwischen 0 und 6'000 Stunden. Die Hälfte der Gemeinden liegt in der Spannweite zwischen 0 und 312 Personalstunden für den technischen Dienst und die Beleuchtung (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 0 Stunden, der Durchschnitt bei 546 Stunden und die Standardabweichung bei 1'183 Stunden.

Die aufgewendeten Stunden für den Overhead belaufen sich auf rund 13% der gesamten Stunden für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung. Sie belaufen sich zwischen 0 und 9'440 Stunden. Die Hälfte der Gemeinden liegt in der Spannweite zwischen 238 und 2'524 Personalstunden Overhead (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 1'343 Stunden, der Durchschnitt bei 1'847 Stunden und die Standardabweichung bei 2'088 Stunden.

4.3.2 Privatbahnen

Die Tabelle 20 zeigt die Anzahl Datenpunkte, die erhaltenen Nullwerte und die Anzahl fehlender Datenpunkte. Zudem sind die Durchschnittswerte und der Median aufgeführt. In der Tabelle 21 finden sich die statistischen Werte der Angaben für minimal und maximal Wert sowie Standardabweichung, Intervall, Kurtosis und Schiefe. Ebenfalls für die Grundwerte, Kosten und Zeitaufwand bei den Privatbahnen.

Tabelle 20: Deskriptive Statistik bezüglich Netzwerkcharakteristiken, Kosten (CHF) und zeitlicher Aufwand (Stunden) für die Privatbahnen - Zentrale Tendenz und Streuung

	Anzahl Datenpunkte *	Anzahl Nullwerte	Fehlende Daten	Durchschnitt	Median
Überwachung und Instandhaltung Bau (CHF)	12	0	12	4'877'032	2'433'121
Personalkosten (CHF) (2.2.1+2.2.2+2.2.3)	12	1	5	2'136'720	1'688'404
Sach- und Materialkosten (CHF) (2.11.2)	12	1	11	426'113	0
Fremdkosten (CHF) (2.4.1+2.4.2+2.4.3)	12	0	6	2'314'199	1'098'260
Reinigung und Winterdienst Bau (CHF)	12	0	10	683'471	208'927
Personalkosten (CHF) (2.2.4+2.2.5)	12	1	6	418'662	155'273
Sach- und Materialkosten (CHF) (2.11.4+2.11.5)	12	1	9	17'428	0
Fremdkosten (CHF) (2.4.4+2.4.5)	12	0	5	247'382	98'924
Grünpflege Bau (CHF)	12	0	9	533'054	194'332
Personalkosten (CHF) (2.2.6)	12	1	5	359'935	100'000
Sach- und Materialkosten (CHF) (2.11.6)	12	2	8	5'522	0
Fremdkosten (CHF) (2.4.6)	12	1	4	167'597	6'654
Dienstfahrzeug Betrieb und Unterhalt	12	0	11	969'654	178'254
Kosten Schienen-Fz und Geräte (CHF)	12	2	10	794'320	20'000
Totale Unterhaltskosten für den Fahrzeugpark Strasse und Maschinen (CHF)	12	0	4	115'490	11'032
Totale Kosten Betriebsstoffe	12	0	4	59'845	2'758
Überwachung und Instandhaltung EA (CHF)	12	0	11	3'097'283	860'945
Personalkosten (CHF) (2.2.7+2.2.8+2.2.9)	12	1	3	1'423'496	564'875
Sach- und Materialkosten (CHF) (2.11.3)	12	1	10	193'974	0
Fremdkosten (CHF) (2.4.7+2.4.8+2.4.9)	12	0	4	1'479'814	483'867
Overhead Personalkosten Overhead (CHF) (2.2.10+2.2.11+2.2.12)	12	0	8	416'206	22'500
Personalaufwand Overhead (Kosten) – Führung (CHF) (2.2.10)	12	0	6	248'758	12'500

Kapitel 4 - Messgrößen

Tabelle 20 (fortgesetzt)

	Anzahl Datenpunkte *	Anzahl Nullwerte	Fehlende Daten	Durchschnitt	Median
Personalaufwand Overhead (Kosten) – Controlling (CHF) (2.2.11)	12	2	7	25'208	0
Personalaufwand Overhead (Kosten)- Unterstützung / Assistenz Führung und Controlling (2.2.12)	12	2	8	142'240	0
Sonstige Kosten (CHF) (2.11.7+2.11.8)	12	1	6	262'447	3'750
Büromaterial / Drucksachen (CHF)	12	1	6	8'600	0
Allgemeine Aufwendungen / Sachmittel nicht in anderen Gruppen enthalten (Arbeitskleidung, etc.) (CHF)	12	1	5	253'847	1'750
Total Kosten Unterhalt Privatbahnen (CHF)	12	0	12	10'839'148	4'598'375
Hauptgleis-kilometer	12	0	0	140	79
Anzahl Bahnhöfe	12	0	0	45	35
Grünfläche m ²	6	0	6	384'000	142'500
Total Stunden	2	0	10	60'660	32'058
Stunden Überwachung und Instandhaltung Bau	6	1	6	23'049	10'973
Stunden Reinigung + Winterdienst	6	1	6	5'814	2'500
Stunden Unterhalt Kunstbauten	9	1	3	2'382	1'300
Stunden Unterhalt Fahrbahn	9	1	3	27'887	11'300
Stunden Unterhalt Publikumsanlagen	7	1	5	596	300
Stunden Winterdienst	8	1	4	7'425	2'834
Stunden Reinigung	9	4	3	1'152	200
Stunden Grünpflege	7	2	5	6'312	1'600
Stunden Unterhalt elektrische Anlagen (2.3.7/9)	10	1	2	23'981	13'626
Stunden Overhead – Führung	6	0	6	8'860	3'135
Stunden Overhead – Controlling	6	1	6	1'366	1'371
Stunden Overhead - Unterstützung	5	1	7	7'760	10'250

*inklusive fehlender Daten

Kapitel 4 - Messgrössen

Tabelle 21: Deskriptive Statistik bezüglich Netzwerkcharakteristiken, Kosten (CHF) und zeitlicher Aufwand (Stunden) für die Privatbahnen - Variabilität

	Max	Min	Std. Abw.	Range	Kurtosis*	Schiefe**
Überwachung und Instandhaltung Bau (CHF)	18'744'891	487'953	5'561'790	18'256'938	3	2
Personalkosten (CHF) (2.2.1+2.2.2+2.2.3)	7'062'505	0	2'098'609	7'062'505	2	1
Sach- und Materialkosten (CHF) (2.11.2)	3'954'629	0	1'134'237	3'954'629	11	3
Fremdkosten (CHF) (2.4.1+2.4.2+2.4.3)	7'727'757	20'000	2'861'606	7'707'757	0	1
Reinigung und Winterdienst Bau (CHF)	3'392'587	110'000	980'541	3'282'587	6	2
Personalkosten (CHF) (2.2.4+2.2.5)	2'445'640	0	703'847	2'445'640	7	3
Sach- und Materialkosten (CHF) (2.11.4+2.11.5)	181'792	0	52'096	181'792	12	3
Fremdkosten (CHF) (2.4.4+2.4.5)	765'155	0	300'531	765'155	-1	1
Grünpflege Bau (CHF)	2'766'352	0	838'033	2'766'352	4	2
Personalkosten (CHF) (2.2.6)	1'436'620	0	516'682	1'436'620	1	1
Sach- und Materialkosten (CHF) (2.11.6)	60'467	0	17'383	60'467	12	3
Fremdkosten (CHF) (2.4.6)	1'417'284	0	400'425	1'417'284	11	3
Dienstfahrzeug Betrieb und Unterhalt (CHF)	7'241'553	0	2'055'316	7'241'553	10	3
Kosten Schienen-Fz und Geräte (CHF)	6'749'810	0	1'936'410	6'749'810	10	3
Totale Unterhaltskosten für den Fahrzeugpark Strasse und Maschinen (CHF)	875'000	0	251'756	875'000	9	3
Totale Kosten Betriebsstoffe (CHF)	218'786	0	85'420	218'786	0	1
Überwachung und Instandhaltung EA (CHF)	10'926'558	50'000	3'715'306	10'876'558	0	1
Personalkosten (CHF) (2.2.7+2.2.8+2.2.9)	5'838'640	0	1'915'216	5'838'640	1	1
Sach- und Materialkosten (CHF) (2.11.3)	2'327'685	0	671'945	2'327'685	12	3
Fremdkosten (CHF) (2.4.7+2.4.8+2.4.9)	4'933'024	0	1'835'951	4'933'024	-1	1
Overhead Personalkosten Overhead (CHF) (2.2.10+2.2.11+2.2.12)	2'596'875	0	808'903	2'596'875	5	2
Personalaufwand Overhead (Kosten) – Führung (CHF) (2.2.10)	1'510'803	0	458'409	1'510'803	5	2
Personalaufwand Overhead (Kosten) – Controlling (CHF) (2.2.11)	180'000	0	58'411	180'000	5	2
Personalaufwand Overhead (Kosten)- Unterstützung / Assistenz Führung und Controlling (CHF) (2.2.12)	1'696'875	0	489'592	1'696'875	12	3

Kapitel 4 - Messgrössen

Tabelle 21 (fortgesetzt)

	Max	Min	Std. Abw.	Range	Kurtosis*	Schiefe**
Sonstige Kosten (CHF) (2.11.7+2.11.8)	2'535'762	0	723'187	2'535'762	11	3
Büromaterial / Drucksachen (CHF)	57'538	0	17'206	57'538	6	3
Allgemeine Aufwendungen / Sachmittel nicht in anderen Gruppen enthalten (Arbeitskleidung, etc.) (CHF)	2'478'224	0	707'265	2'478'224	11	3
Total Kosten Unterhalt Privatbahnen (CHF)	40'097'500	985'000	12'339'335	39'112'500	2	2
Hauptgleiskilometer	568	10	180	558	2	2
Anzahl Bahnhöfe	119	13	34	106	1	1
Grünfläche m ²	1'000'000	72'000	414'049	928'000	-1	1
Total Stunden	332'046	0	92'177	332'046	8	3
Stunden Überwachung und Instandhaltung Bau	149'108	0	41'262	149'108	10	3
Stunden Reinigung + Winterdienst	33'113	0	9'418	33'113	7	3
Stunden Unterhalt Kunstbauten	6'485	0	2'330	6'485	-1	1
Stunden Unterhalt Fahrbahn	142'528	0	44'193	142'528	8	3
Stunden Unterhalt Publikums- anlagen	1'954	0	685	1'954	2	2
Stunden Winterdienst	33'113	0	11'162	33'113	5	2
Stunden Reinigung	6'619	0	2'161	6'619	7	2
Stunden Grünpflege	27'206	0	10'341	27'206	3	2
Stunden Unterhalt elektrische Anlagen (2.3.7/9)	103'155	0	30'828	103'155	5	2
Stunden Overhead – Führung	37'310	1'568	14'046	35'742	6	2
Stunden Overhead – Controlling	2'660	0	984	2'660	-1	0
Stunden Overhead - Unterstützung	13'575	0	6'405	13'575	-3	0

* Kurtosis ist eine Messgrösse, welche angibt, wie spitz eine Kurve verläuft. Es wird unterschieden zwischen positiver, spitz zulaufender Kurtosis (positiver Wert) und flacher Kurtosis (negative Wert). Bei normal verteilten Daten ist der Kurtosis-Wert 0.

** Die Schiefe ist eine statistische Kennzahl, die die Art und Stärke der Asymmetrie einer Wahrscheinlichkeitsverteilung beschreibt. Sie zeigt an, ob und wie stark die Verteilung nach rechts (positive Schiefe) oder nach links (negative Schiefe) geneigt ist. Jede nicht symmetrische Verteilung heisst schief

Folgend werden die wichtigsten Kosteninformationen aus der Tabelle 21 dokumentiert. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass die Datensätze bei den Privatbahnen teilweise nicht komplett waren.

Die Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung der Privatbahnen liegen zwischen 985'000 Franken und 40'097'500 Franken. Die Hälfte der Privatbahn, welche diese Kostendaten bereitstellen, geben zwischen 2'749'271 Franken und 15'927'598 Franken (Interquartilsabstand) für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung aus. Der Median für diese Kosten liegt bei 4'598'375 Franken. Der Durchschnitt liegt bei 10'839'148 Franken und die Standardabweichung bei 12'339'335 Franken. Aus den zu Grunde liegenden Daten wird ersichtlich, dass die Privatbahn mit den höchsten Kosten rund 41 Mal mehr ausgibt, als diejenige mit den geringsten Ausgaben.

Die Überwachung und Instandhaltung der baulichen Infrastruktur beträgt durchschnittlich rund 49% der gesamten Kosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung. Diese liegen zwischen 487'953 CHF und 18'744'891 CHF. Die Hälfte der Privatbahnen, welche diese Angaben zur Verfügung stellen, liegen mit den Ausgaben zwischen 1'519'214 CHF und 6'481'818 CHF (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 2'433'121 CHF, der Durchschnitt bei 4'877'033 CHF und die Standardabweichung bei 5'561'790 CHF. Aus den vorhandenen Daten geht hervor, dass die Privatbahn mit den höchsten Ausgaben für die Überwachung und Instandhaltung der baulichen Infrastruktur rund 38 Mal mehr aus gibt, als die Bahn mit den geringsten Ausgaben.

Für die Reinigung und den Winterdienst werden summiert rund 20% der Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung aufgewendet. Dies variiert für die einzelnen Bahnen zwischen 110'000 CHF und 3'392'587 CHF. Die Hälfte der Privatbahnen geben hierfür zwischen 173'000 CHF und 599'068 CHF aus (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 208'927 CHF, der Durchschnitt bei 683'471 CHF und die Standardabweichung bei 980'541 CHF. Aus den Zahlen geht hervor, dass die Bahn mit den höchsten Kosten rund 31 mal mehr aus gibt, als die Bahn mit den tiefsten Kosten.

Die Ausgaben für die Grünpflege machen durchschnittlich rund 7% der Gesamtkosten aus. Sie variieren zwischen 0 CHF und 2'766'352 CHF. Die Hälfte der Privatbahnen geben zwischen 68'577 und 537'200 CHF aus (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 194'332 CHF, der Durchschnitt bei 533'054 CHF und die Standardabweichung 838'033 CHF. Aus den Daten wird ersichtlich, dass die Privatbahn mit den grössten Angaben rund fünf Mal mehr ausgibt, als der Durchschnitt.

Die Kosten für den Unterhalt und Betrieb der Dienstfahrzeuge (Schiene und Strasse) belaufen sich durchschnittlich auf rund 6% der Gesamtkosten. Diese werden mit einem Betrag in der Spannweite zwischen 0 CHF und 7'241'553 CHF beziffert. Die Hälfte der Privatbahnen hat Kosten zwischen 14'684 CHF und 898'143 CHF (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 178'254 CHF, der Durchschnitt bei 969'654 CHF und die Standardabweichung bei 2'055'316 CHF.

Die Kosten für Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen liegt bei durchschnittlich 25% der Gesamtkosten Unterhalt der Privatbahnen. Diese liegen zwischen 50'000 CHF und 10'926'558 CHF. Die Hälfte der Privatbahnen, welche diese Angaben zur Verfügung stellen, liegen mit den Ausgaben zwischen 568'053 CHF und 5'207'440 CHF (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 860'945 CHF, der Durchschnitt bei 3'097'283 CHF und die Standardabweichung bei 3'715'306 CHF. Aus den vorhandenen Daten geht hervor, dass die Privatbahn mit den höchsten Ausgaben für die Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen rund 291 Mal mehr aus gibt, als die Bahn mit den geringsten Ausgaben (oder rund vier Mal mehr als die durchschnittlichen Kosten).

Die Overhead-Kosten betragen durchschnittlich rund 4% der Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung der Privatbahnen. Sie variieren zwischen 0 CHF und 2'596'875 CHF. Die Hälfte der Privatbahnen geben zwischen 0 CHF und 296'250 CHF aus (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 22'500 CHF, der Durchschnitt bei 416'206 CHF und die Standardabweichung 808'903 CHF.

Nicht spezifisch zuweisbare Kosten (sonstige Kosten) belaufen sich auf durchschnittlich auf rund 1% der Gesamtkosten. Diese finden sich in einer Spannweite zwischen 0 CHF und 2'535'762 CHF. Die Hälfte der Privatbahnen geben zwischen 0 CHF und 91'599 CHF (Interquartilsabstand) im beobachteten Jahr aus. Der Median liegt bei 3'750 CHF, der Durchschnitt bei 262'447 CHF und die Standardabweichung 723'187 CHF.

Folgend werden die allgemeinen Charakteristiken der Bahnen und den Zeitaufwand für den betrieblichen Unterhalt aus der Tabelle 19 ausgeführt.

Das Streckennetz bewegt sich in der längenmässigen Ausdehnung zwischen 10 Hauptgleiskilometer (HGkm) und 568 HGkm. Die Hälfte der Privatbahnen hat eine Ausdehnung zwischen 22 HGkm und 136 HGkm (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 79 HGkm, der Durchschnitt bei 140 km und die Standardabweichung bei 180km. Aus den Daten geht hervor, dass die Bahn mit dem längsten Streckennetz, dasjenige mit dem kürzesten Streckennetz um den Faktor 57 übertrifft.

Die Anzahl Bahnstationen variiert bei den Privatbahnen zwischen 13 Stationen und 119 Stationen. Die Hälfte der Privatbahnen hat zwischen 21 und 48 Stationen auf dem Streckennetz (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 35 Bahnstationen, der Durchschnitt bei 45 Stationen und die Standardabweichung bei 34 Stationen. Die Bahn mit den meisten Stationen hat rund neun Mal mehr Haltestellen, als diejenige, mit den Wenigsten.

Die Grünflächen im Bahnbereich liegen zwischen 72'000 m² und 1'000'000 m². Die Hälfte der Privatbahnen bewirtschaftet zwischen 122'750 m² und 658'750 m² (Interquartilsabstand). Die Medianfläche liegt bei 142'500 m², der Durchschnitt bei 384'000 m² und die Standardabweichung bei 4114'049 m². Aus den Daten geht hervor, dass die Bahn mit der grössten Grünfläche, diejenige Bahn mit der kleinsten Grünfläche um den Faktor 14 übertrifft.

Im Bereich des zeitlichen Aufwandes ist die Datenlage sehr limitiert. Die Angaben bezüglich dem gesamten Personalaufwand geht von 1'846 Stunden bis auf 332'046 Stunden. Die Hälfte der Privatbahnen wendet zwischen 13'795 Stunden und 79'763 Stunden auf (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 32'800 Stunden, der Durchschnitt bei 66'174 Stunden und die Standardabweichung bei 94'577 Stunden. Hieraus geht hervor, dass die Bahn mit dem grössten Personalaufwand (Stunden), einen um den Faktor 180 Mal grösseren Zeitaufwand generiert, als die Bahn mit dem kleinsten Zeitaufwand.

5 Datenauswertung

5.1 Einführung

Dieses Kapitel vertieft die Datenauswertung hinsichtlich einer Kostenperspektive. Hierzu wurde eine Kostenstruktur für die Gemeinden und die Privatbahnen definiert. Diese Kostenstrukturen werden im folgenden Abschnitt dargestellt (vgl. Kapitel 5.2). Aus diesen Kostenstrukturen wurde unter Anwendung von Regressionsanalysen Kostenmodelle entwickelt. Sowohl auf Stufe Kostenkategorie (kleiner baulicher Unterhalt, Reinigung, Grünpflege etc.) wie auch für Kostentypen (Personalkosten, Sach- und Materialkosten und Kosten für Fremdleistungen) wurden solche Kostenmodelle entwickelt. Die Regressionsanalyse wurde angewandt auf eine Anzahl möglicher Leistungsmessgrößen (Auswahl durch die Fachexpertise des Forschungsteams) aus den zur Verfügung stehenden Fragebogen. Die ausgewählte Regressionsgleichung für die jeweilige Kostenkategorie und den jeweiligen Kostentyp wurde als Kostenmodelle verwendet. Diese Modelle beinhalten die Leistungsindikatoren (als unabhängige Variablen), welche des Weiteren untersucht wurden und gegebenenfalls als Schlüsselleistungsindikatoren bestimmt wurden. Die Struktur des Kapitels ist wie folgt:

- Kostenstruktur (5.2)
- Auswahl der Leistungsmessgrößen (5.3)
- Regressionsanalyse – Entwicklung der Kostenmodelle (5.4)
- Bestimmung der Leistungsindikatoren (5.5)
- Bestimmung der Schlüsselleistungsindikatoren (5.6)

5.2 Kostenstruktur

Die Kostenstruktur für Gemeinde gliedert sich in Kostenkategorien, diese umfassen sämtliche Tätigkeiten des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung der Gemeindestrassen. Die Kostenstruktur gibt für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung vier Stufen vor (Abbildung 8). Die erste Stufe entspricht den Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung der Gemeindestrassen. Diese Gesamtkosten aggregieren sich durch die acht Kategorien der zweiten Stufe, namentlich Kosten für den kleinen baulicher Unterhalt, Reinigungskosten, Kosten für die Grünpflege, Kosten für den Winterdienst, Kosten für technische Dienste, Kosten für Fahrzeuge und Geräte, Gemeinkosten für den Overhead Personal (Führung, Controlling und Administration) und sonstigen Kosten (Kosten welche nicht zuweisbar sind).

Diese Kategorien mit Ausnahme der drei letztgenannten setzen sich aus den Kostentypen: Personal-, Material- und Sachkosten und Kosten für Fremdleistungen zusammen. Dargestellt auf der dritten Stufe (verbunden mit gestrichelter Linie). Die Kosten dieser dritten Stufe ergeben sich aus einer Funktion von Parametern, welche sich auf der vierten Stufe befinden. Diese kann verschiedene Parameter wie Anzahl Mitarbeiter, Anzahl Mitarbeiterstunden etc. umfassen, welche dem Fragebogen entnommen werden (dargestellt mit Pfeilen).

Sämtliche Angaben sowohl für die unterschiedlichen Kostenkategorien wie auch für die Leistungsmessgrößen (als unabhängige Variable zur Entwicklung der Regressionsgleichung) werden aus den Fragebogen der teilnehmenden Organisationen entnommen.

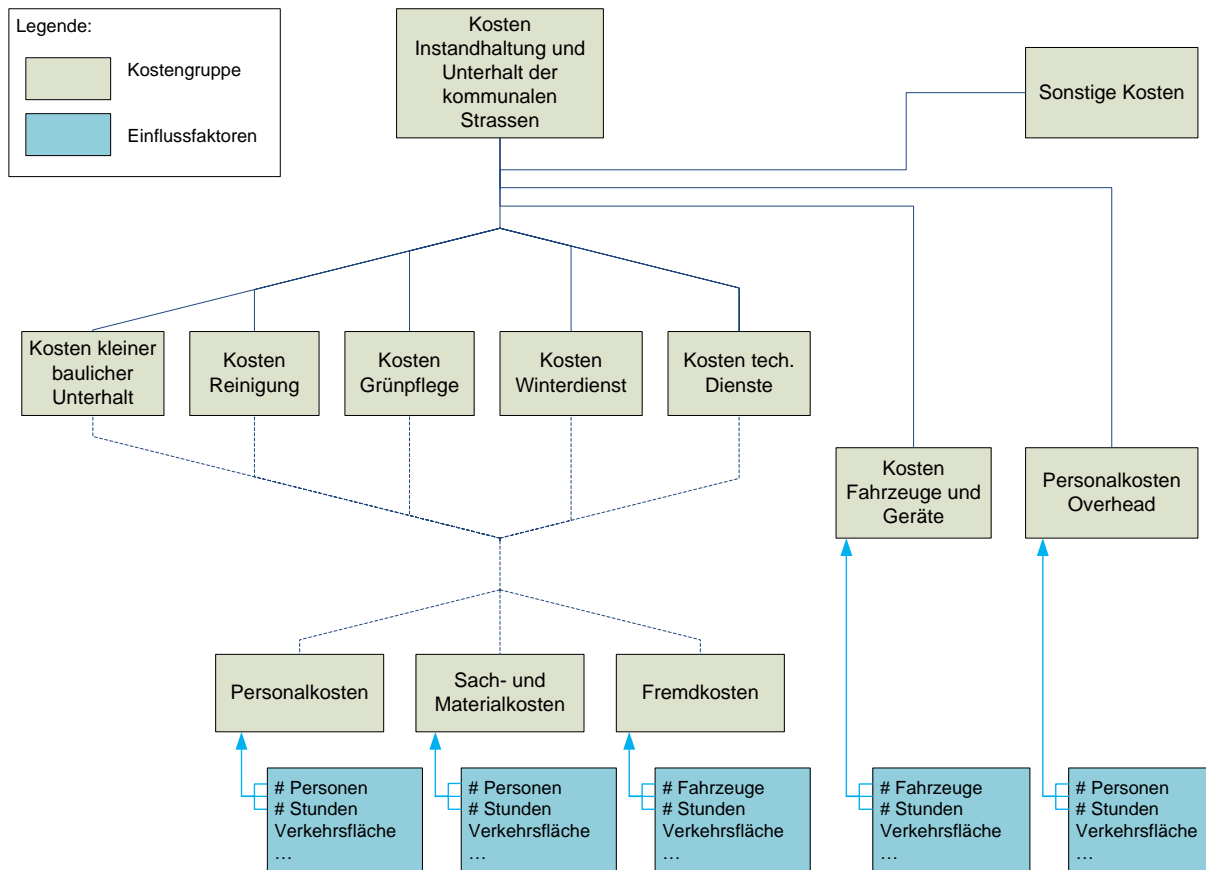


Abbildung 8: Kostenstruktur für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung auf Gemeindestrassen.

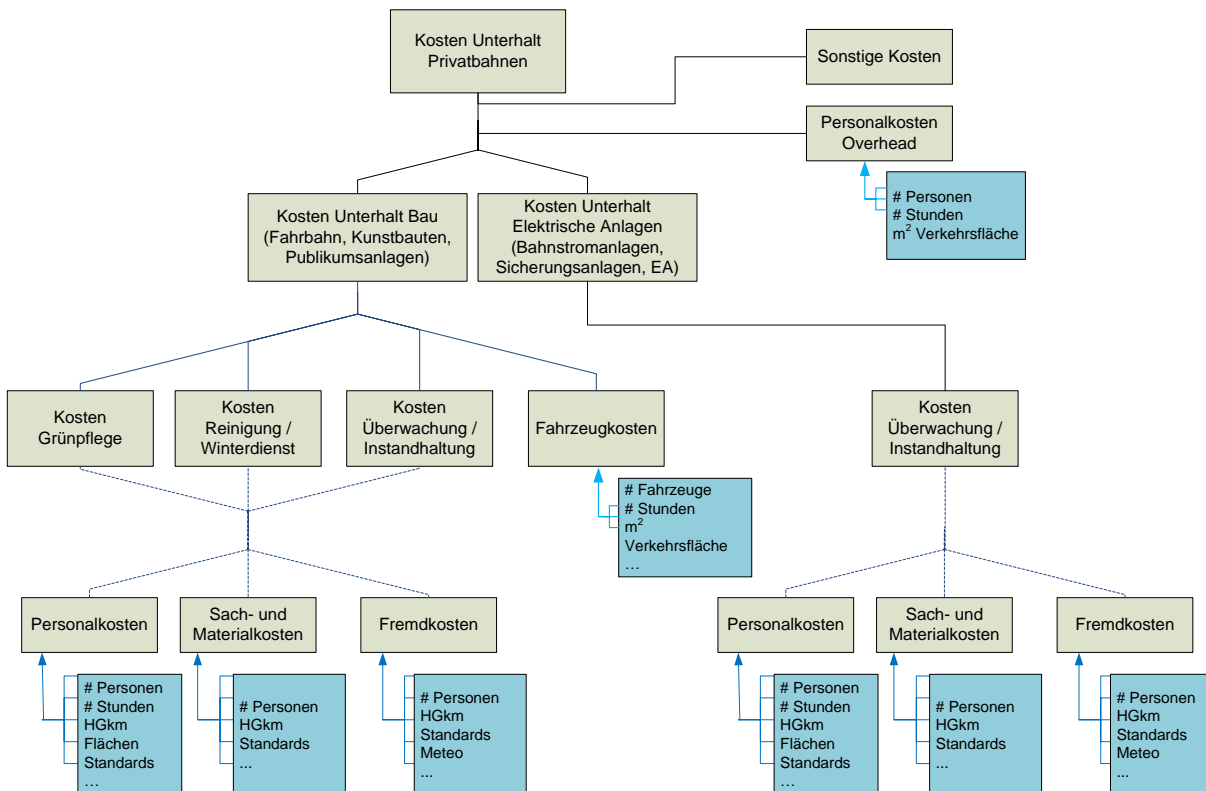


Abbildung 9: Kostenstruktur für Überwachung und Unterhalt bei Privatbahnen

Die Kostenstruktur für die Privatbahnen gliedert sich nach demselben Muster wie eingangs bei den Gemeindestrassen formuliert. Hierbei findet sich auf der zweiten Stufe der Unterschied durch die

Unterteilung in einen Unterhalt Bau, welcher Fahrbahn, Kunstbauten und Publikumsanlagen umfasst und andererseits durch den Unterhalt der elektrischen Anlagen (Bahnstrom, Sicherungsanlagen und Niederspannungsanlagen). Die Kostenkategorien Grünpflege, Reinigung/Winterdienst, Überwachung und Instandhaltung Bau, Fahrzeugkosten und Überwachung und Instandhaltung elektrische Anlagen sowie Personalkosten Overhead und sonstige Kosten aggregieren sich zu den Gesamtkosten. Die Kostentypen sind Teil der in Abbildung 9 dargestellten Kostenkategorien.

Mit der Festlegung dieser Kostenstruktur wird die Voraussetzung einer strukturierten Auswertung geschaffen. Diese wird im Kapitel 5.4 beschrieben. Im vorliegenden Fall wird die schrittweise Regressionsanalyse für die Auswahl der Parameter auf der vierten Stufe beziehungsweise der Kostenmodelle auf der dritten Stufe gewählt (vgl. Kapitel 5.4.1). Hierzu diene die Rückwärts-Eliminations-Technik (Backward Elimination Technique; BET). Weitere Erläuterungen folgen im Kapitel 5.4.

5.2.1 Kostenaggregation

Wie in den Darstellungen der Kostenstruktur des vorangehenden Abschnitts zu entnehmen ist (Abbildung 8 und Abbildung 9), können die Kosten für die Stufe 3 in Verbindung zu den Leistungsmessgrößen der Stufe 4 gebracht werden. Es ist offensichtlich, dass die Kosten der Stufe 3 zur Stufe 2 und schlussendlich zur Stufe 1 aggregiert werden können. Dies sind dann die Gesamtkosten.

Die Gleichung (1) dient zur Berechnung der Gesamtkosten.

$$KIU = \sum_{i=1}^j K_i^{L2} \quad (1)$$

Wobei:

KIU : Kosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung der kommunalen Strassen

K_i^{L2} : Kosten der Kategorie i auf Stufe 2

Identisch können die Kosten der Kategorie i auf Stufe 2 gemäss folgender Gleichung (2) geschrieben werden:

$$K_i^{L2} = \sum_{m=1}^n K_m^{L3} \quad (2)$$

Wobei

K_m^{L3} : Kostenkategorie m auf Stufe 3 darstellt

Und K_m^{L3} kann dargestellt werden, als eine Funktion der massgebenden Parameter p (beispielsweise aus der BET) (Gleichung (3))

$$K_m^{L3} = f(p_k^m) \quad (3)$$

Wobei,

p_k^m : Parameter k entspricht der Kostenkategorie m auf Stufe 3 (beispielsweise Anzahl Mitarbeiter, Anzahl Stunden, m² Verkehrsfläche)

Daraus abgeleitet kann die Gleichung (1) als Gleichung (4) geschrieben werden:

$$KIU = \sum_{i=1}^j \sum_{m=1}^n f_i(p_k^m) \quad (4)$$

5.3 Auswahl der Leistungsmessgrößen

Eine fachliche Beurteilung (Expertise) der Angaben in den Fragebogen steht für die Auswahl der Leistungsmessgrößen für die anschliessende Datenauswertung. In dieser Auswahl wurde beurteilt, welche Messgrößen sachdienlich und sinnvoll sind für eine nachvollziehbare Auswertung.

Einige der verwendeten Leistungsmessgrößen sind eine Kombination von verschiedenen Beobachtungen. Beispielsweise werden bei den Gemeindestrassen die Angaben von „Gesamtverkehrsfläche“ (1.2¹³), „Plätze“ (1.4.1) und „Parkplätze“ (1.4.2) zusammengefasst als „Gesamtfläche Verkehr“ und für weitere Untersuchungen verwendet. Vergleichbar werden weitere Angaben kombiniert und gewichtet oder normalisiert zu einer einzelnen Leistungsmessgrösse; dies wurde beispielsweise für die Höhenlage des Strassennetzwerkes (1.10.x) angewandt; ebenso für den Zustand der Kunstbauten (3.4.x, 3.5.x bis 3.8.x) oder des Reinigungsintervalls (4.1.x). Die Liste von vorausgewählten Leistungsmessgrößen (Stufe 4) für eine gegebenen Kostentyp (Stufe 3) für jede Kostenkategorie (Stufe 2) und die Basis für die Regressionsauswerte werden in 5.4 gezeigt.

Diese Leistungsmessgrößen werden als unabhängigen Variablen (IVs)¹⁴ in der Regressionsauswertung verwendet.

5.4 Regressionsanalyse – Entwicklung eines Kostenmodells

Das Kostenschätzungsmodell für die Stufe 3 wurde unter der Verwendung der Parameter der Stufe 4 gemäss Kostenstruktur (vgl. Kap. 5.2) entwickelt. Dieser Prozess erlaubte es, die statistisch signifikanten Modelle für die Stufe 3 zu bestimmen, und darauf aufbauend die Kostenaggregation für die Stufen 1 und 2 zu erstellen.

Die multiple Regressionsanalyse wurde bei der Auswertung der ausgewählten Daten aus dem Fragebogen angewandt (beispielsweise den Leistungsmessgrößen). Hieraus konnten die relevanten Parameter (Leistungsindikatoren) und die Zusammenhänge zwischen vorausgewählten Parametern und den Kostenkategorien ermittelt werden.

Obschon die die simultane, multiple Regressionsanalyse als die gängigste Regressionstechnik bezeichnet werden kann, so hat diese Methodik Grenzen in Bezug auf die Anwendung, wenn der Kenntnisstand über die mögliche Wirkung der Variablen nur beschränkt vorhanden ist. Um diese Einschränkungen zu umgehen, wurde eine schrittweise Technik angewandt. Bei dieser Anwendung können die unabhängigen Variablen unter Verwendung von unterschiedlichen Regressionsmodellen variieren. (SPSS, 2010). Diese Techniken werden ebenfalls angewandt zur Unterstützung in der Identifikation von massgebenden, unabhängigen Variablen. Einige Untersuchungen (García de Soto et al., 2012; García de Soto et al., 2013) haben gezeigt, dass die Rückwärts-Eliminations-Technik (BET) mehr Modelle mit unabhängigen Variablen ergab, als diejenigen mit der Vorwärts-Auswahl-Technik.

Die Abbildung 10 zeigt das Konzept zur Entwicklung des Regressionsmodells unter Verwendung der Rückwärts-Eliminations-Technik. Beginnend mit Leistungsmessgrößen, welche durch die

¹³ Referenziert zur Identifikation (Nr./ID der Frage im Fragebogen), welche im Fragebogen Gemeindestrasse verwendet wird.

¹⁴ In diesem Bericht werden die Begriffe unabhängige Variable und Parameter sinngemäss und austauschbar verwendet

Fachexpertise ausgewählt wurden, resultierte eine Zusammenstellung von Modellen aus welchen das best-passende Modell ausgewählt wurde.

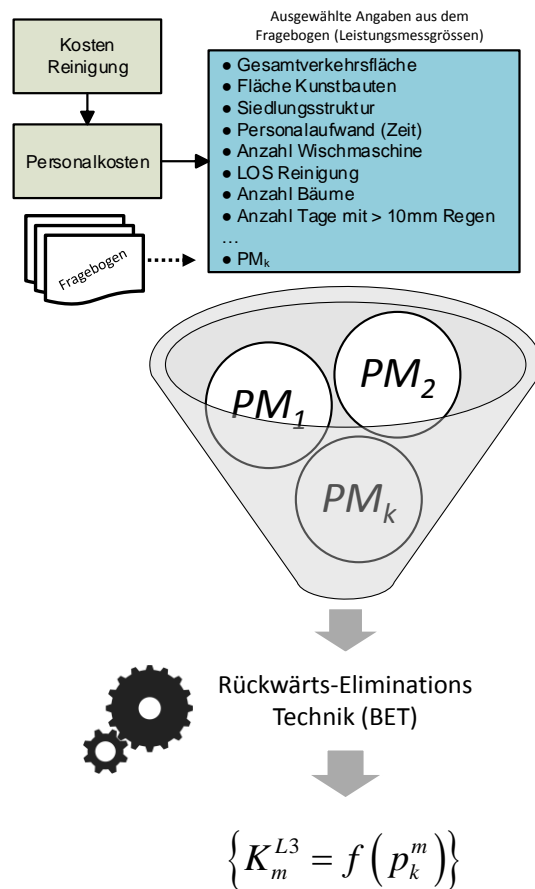


Abbildung 10: Regressionsanalyse, Beispiel Reinigungskosten → Personalkosten Reinigung

5.4.1 Rückwärts-Eliminations-Technik (Backward Elimination Technique, BET)

Ein Modell mit allen unabhängigen Variablen wurde initial entwickelt. Die unabhängige Variable mit dem kleinsten absoluten Wert der T-Statistik (beispielsweise die Variable mit dem höchsten p-Wert) wurde bestimmt für die erste Elimination. Wenn das Modell ohne die eliminierte Variable den Grundsätzen der Elimination genügt, so wird die Variable dauerhaft entfernt; anderenfalls wurde die Variable behalten. Nachdem die erste unabhängige Variable entfernt wurde, wurde die nächste unabhängige Variable mit der kleinsten absoluten T-Statistik ausgewählt. Dieser Prozess wurde gestoppt, sobald keine weiteren unabhängigen Variablen der Gleichung den Anforderungen der Ausschluss-Grundsätze genügen. Der Prozess ist in der Abbildung 11 dargestellt.

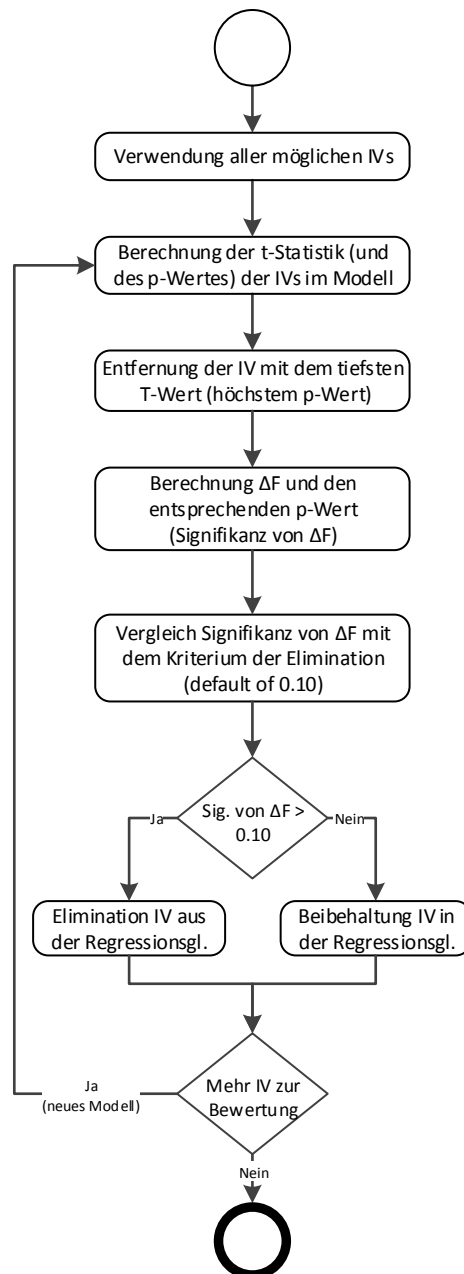


Abbildung 11: BET-Prozess (angepasst nach García de Soto, 2014)

5.4.1.1 Prinzip der Elimination

Das Prinzip der Elimination basiert auf der Wahrscheinlichkeit des F-Tests zum Ausschluss der Variablen durch Entwicklung der verschiedenen Modelle. Während diesem Verfahren wird die Signifikanz von ΔF mit dem vordefinierten Schwellenwert (F-Test) bezüglich der Elimination verglichen.

ΔF wird mittels der Gleichung (5) für die Elimination von q unabhängigen Variablen berechnet.

$$\Delta F_{BET} = \frac{\Delta R^2 (C - p - q)}{q(R_{prev}^2 - 1)} \quad (5)$$

Es sind dies

- C : Anzahl Beobachtungen – 1
- p : Gesamtanzahl Variablen im Modell
- q : Anzahl Variablen welche vorgesehen sind zu entfernen
- R^2_{prev} : Bestimmtheitsmass aus dem vorausgehenden Modell
- ΔR^2 : Unterschied zwischen dem Bestimmtheitsmass aus dem vorausgehenden Modell und dem betrachteten Modell

Wurde das ΔF einmal berechnet, so kann seine (rechts-seitige) F-Wahrscheinlichkeitsverteilung ebenfalls bestimmt werden (Signifikanz ΔF). Die betrachtete Variable wird entfernt, wenn das Signifikanzlevel von ΔF (Signifikanz ΔF) grösser ist als der festgelegte Grenzwert (Vorgabewert gemäss SPSS: 0.10^{15}).

Obschon dieser Grundsatz nicht notwendigerweise sicherstellt, dass alle im Modell verwendeten unabhängigen Variablen statistisch signifikant sind (signifikanter Unterschied von 0 beim 95% im Vertrauensintervall), so wird gewährleistet, dass die entwickelten Modell bei $\alpha=0.05$ statistisch signifikant sind.

5.4.1.2 Modellauswahl

Aus der Regressionsmethodik der Rückwärts-Eliminations-Technik entstanden verschiedene Modelle unter Beibehaltung bzw. Elimination der verschiedenen Parametern in der Regressionsgleichung (Abbildung 10). Mittels verschiedener Prüfungskriterien (beispielweise dem Bestimmtheitsmass R^2 , korrigiertes Bestimmtheitsmass R^2 , oder AIC) wurden diese Modelle überprüft.

Das Modell, das diesem Auswahlprozess am besten entsprach (mit den besten Auswahlkriterien), wurde so dann ausgewählt. Diese Auswahl basierte auf einer Auswahl von verschiedenen, vorab genannten Messgrössen für verschiedene Modelle, wobei Modelle mit grossem Bestimmtheitsmass R^2 und korrigiertem Bestimmtheitsmass R^2 und kleinem Standardfehler und AIC-werten bevorzugt wurden. In einigen Fällen ist die Auswahl nicht trivial, da es an Varianten für die gegebenen Auswahlkriterien fehlte. Deswegen wurde eine Kombination von Auswahlkriterien verwendet. Dies erfolgte im Rahmen der Prüfung und Modellauswahl. Das ausgewählte Modell enthielt die Leistungsindikatoren, welche als Basis für die Herleitung der Schlüssel-Leistungsindikatoren dienten. Die Modelle wurden zur Abschätzung der verschiedenen Kostenkategorien und den zugehörigen Kostentypen verwendet.

5.4.2 Implementierung (Beispiel)

Die folgenden Beispiele zeigen die Implementierung der entwickelten Kostenschätzungsmodelle für Gemeindestrassen. Diese Beispiele basieren auf der Kostenstruktur und den ausgewählten Leistungsmessgrössen. Für die Privatbahnen war es nicht in genügendem Mass vorhandener Daten nicht möglich solche Kostenmodelle zu entwickeln.

5.4.2.1 Gemeindestrassen

Die Personalkosten (Kostentyp) für die Reinigung der Gemeindestrassen (Kostenkategorie) werden als Beispiel verwendet, um die Regressionsanalyse anhand des entwickelten Kostenmodells aufgrund der ausgewählten Leistungsmessgrössen zu illustrieren. Das Beispiel enthält ebenfalls die Modellauswahl.

¹⁵ Der Wert der Elimination für den F-Test kann angepasst werden, mehr Variablen vom Modell zu entfernen (durch Senkung des Intervalls auf 0.001) oder zu heben (durch Erhöhen des Intervalls auf 0.999).

Aus der Überprüfung der Beobachtungen im Fragebogen, führte die Fachmeinung zu folgender Liste mit den Leistungsmessgrößen (Tabelle 22).

Tabelle 22: Ausgewählte Leistungsmessgrößen für Personalkosten Reinigung

Nr. Leistungsmessgröße	Beschrieb
1.2+1.3+1.4	Flächen summiert
1.9	Fläche Verkehrsfläche im Siedlungsgebiet
1.10*	Meter über Meer
2.3.3	Personalaufwand (Zeit) Reinigung
2.5.2	Anzahl Reinigungsfahrzeuge
2.7.3	Anzahl Betriebsstunden
4.1.1/4	AdjustedCleanedArea ¹⁶
4.2	Fläche maschinell gereinigt
4.3.7/10	Combined Leerung Abfalleimer
5.4.1/3	Combined Möblierung
5.4.5/6	Anzahl Abfalleimer&Robi-Dog
5.6.2	Anzahl Bäume

* Die Höhenlage der Gemeinden wurde nicht im Fragebogen erfasst. Dieser Werte wurde im Nachgang ermittelt.

Die Nummer Leistungsmessgröße basiert auf dem Fragebogen und wurde für die Auswertung zur Regressions-ID umgewandelt (Anhang G).

Unter der Verwendung der Regressionsmethodik der Rückwärts-Eliminations-Technik wurden verschieden Modelle abgeleitet – in Anhängigkeit der verschiedenen, beibehaltenen Parameter der Regressionsgleichung (Tabelle 23). Die nachfolgende Tabelle 23 zeigt die unterschiedlichen Modelle 1 bis 9 - abgeleitet zur Abschätzung der Personalkosten für die Reinigung der Gemeindestrassen. Die Spalte „Modell“ beinhaltet die Modell-Nummer (links) und die im Modell verwendeten Parameter oder unabhängigen Variablen (rechts, unter Konstante). Die „B“-Spalte zeigt den Regressionskoeffizienten und folgend zugehörigen Standardfehler. Dies sind die nicht standardisierten Koeffizienten, welche in der Regressionsgleichung verwendet werden. Die „Beta“-Spalte zeigt den standardisierten Koeffizienten, welcher verwendet werden kann, um die unterschiedlichen Leistungsmessgrößen zu rangieren.

¹⁶ AdjustedCleadArea steht für eine Normalisierung der gereinigten Fläche Aufgrund der Angaben zum Reinigungsintervall wurde für alle Gemeinde eine einheitliche Hochrechnung für das Jahr gemacht.

Kapitel 5 - Datenauswertung

Tabelle 23: Regressionsmodell unter Verwendung der BET für Personalkosten Reinigung

Modell		Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	
		Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta	
1	(Konstante)	-9'791.82	44'990.95		
	2	-0.01	0.16	-0.01	
	19	0.21	0.26	0.12	
	24	41.49	59.95	0.04	
	34	50.87	6.52	0.74	
	40	6'759.18	30'205.20	0.02	
	47	40.92	13.42	0.17	
	62	0.01	0.00	0.26	
	63	-0.18	0.23	-0.11	
	76	-0.43	1.25	-0.03	
	96	91.17	169.82	0.04	
	99	-380.45	162.16	-0.16	
101	1.67	9.86	0.01		
2	(Konstante)	-10'064.41	43'539.94		
	19	0.20	0.24	0.12	
	24	41.42	58.49	0.04	
	34	50.89	6.35	0.74	
	40	6'472.38	28'866.45	0.02	
	47	40.96	13.08	0.17	
	62	0.01	0.00	0.26	
	63	-0.19	0.20	-0.11	
	76	-0.44	1.18	-0.03	
	96	93.55	158.16	0.04	
	99	-381.93	155.23	-0.16	
	101	1.75	9.46	0.01	
3	(Konstante)	-9'328.04	42'395.04		
	19	0.21	0.23	0.12	
	24	39.47	56.26	0.04	
	34	50.87	6.21	0.74	
	40	7'932.46	27'149.14	0.02	
	47	41.29	12.66	0.18	
	62	0.01	0.00	0.26	
	63	-0.19	0.20	-0.11	
	76	-0.45	1.16	-0.03	
	96	89.87	153.42	0.04	
	99	-382.32	151.77	-0.16	
	4	(Konstante)	-3'104.74	35'919.89	
19		0.19	0.22	0.11	
24		37.24	54.62	0.04	
34		51.93	4.95	0.75	
47		42.10	12.11	0.18	
62		0.01	0.00	0.26	
63		-0.19	0.19	-0.11	
76		-0.43	1.13	-0.03	
96		86.33	149.87	0.04	
99		-367.87	140.60	-0.16	
5		(Konstante)	-4'708.15	35'024.23	
		19	0.21	0.21	0.12
	24	40.70	52.87	0.04	
	34	51.64	4.80	0.75	
	47	42.25	11.88	0.18	
	62	0.01	0.00	0.26	
	63	-0.21	0.19	-0.12	
	96	52.40	117.69	0.02	
	99	-374.72	136.91	-0.16	

Tabelle 23 (fortgesetzt)

Modell		Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient
		Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta
6	(Konstante)	-3'767.99	34'395.31	
	19	0.24	0.20	0.13
	24	39.45	51.94	0.04
	34	51.53	4.72	0.75
	47	44.54	10.53	0.19
	62	0.01	0.00	0.25
	63	-0.22	0.18	-0.13
	99	-347.40	120.41	-0.15
7	(Konstante)	15'802.75	22'594.42	
	19	0.15	0.16	0.09
	34	51.84	4.66	0.75
	47	43.10	10.27	0.18
	62	0.01	0.00	0.27
	63	-0.18	0.18	-0.11
	99	-324.17	115.51	-0.14
	8	(Konstante)	12'163.17	22'216.25
34		53.08	4.46	0.77
47		42.38	10.22	0.18
62		0.01	0.00	0.26
63		-0.06	0.12	-0.03
99		-321.47	115.23	-0.14
9	(Konstante)	5'709.74	17'891.96	
	34	52.16	4.02	0.76
	47	41.54	9.95	0.18
	62	0.01	0.00	0.25
	99	-333.67	111.13	-0.14

Modellauswahl

Die Auswahl eines Modells (Tabelle 23) wurde ermöglicht durch den Vergleich von verschiedenen Leistungsmessungen. Die Berechnungen, welche verwendet wurden, sind das korrigierte Bestimmtheitsmass R², der Standardfehler der Schätzung, Akaikes Informationskriterium (auf Englisch Akaike Information Criterium - AIC) (Gleichung (6)(12)), und der Prozentsatz des absoluten Fehlers des Erwartungswertes (auf Englisch Mean Absolute Percentage Error - MAPE) (Gleichung (7)).

$$AIC = n \times \ln\left(\frac{SSE}{n}\right) + 2 \times (2 + k) \tag{6}$$

Wobei,

- n : Stichprobengrösse
- SSE : Summe der quadratischen Fehler für das Regressionsmodell
- k : Anzahl unabhängiger Variablen im Regressionsmodell

$$MAPE (\%) = \frac{100}{n} \times \sum \left(\frac{|\hat{y} - y|}{y} \right) \tag{7}$$

Wobei,

- \hat{y} : geschätzter y-Wert
- y : tatsächlicher Wert

Der systematische Vergleich wurde durch Normierung der Werte zwischen 0 und 1 durch die Verwendung der Gleichung (8) gemacht, so dass das bevorzugte Modell dasjenige ist, welches den höchsten kombinierten Wert als (ρ) aus dem höchsten korrigierten R^2 (max. 1) und dem tiefsten Standardfehler der Schätzung, AIC, und dem MAPE (max 0) (Gleichung 9) hat.

$$X_{norm} = \frac{X - X^{min}}{X^{max} - X^{min}} \quad (8)$$

Wobei,

- X_{norm} : normalisierter Wert zwischen 0 und 1
- X : Ausgangswert, welcher normalisiert wird
- X^{min} : minimal Wert für den Parameter X
- X^{max} : maximal Wert für den Parameter X

$$\rho_i = 3 + A_i - (B_i + C_i + D_i) \quad (9)$$

Wobei,

- ρ_i : Wert für das Modell i
- A_i : normalisiertes, korrigiertes R^2 zwischen 0 und 1
- B_i : normalisierter Standardfehler der Schätzung zwischen 0 und 1
- C_i : normalisiertes AIC zwischen 0 und 1
- D_i : normalisierter MAPE zwischen 0 und 1

Die Tabelle 24 zeigt die Werte der Leistungsmessungen der Modelle der Rückwärts-Eliminations-Technik für die entwickelte Modelle der Personalkosten Reinigung (korrigiertes Bestimmtheitsmass R^2 , Stand. Fehler, AIC, MAPE). Nach der Normalisierung der Werte der ausgewählten Messgrößen (Spalten A-D) und deren Berechnung für jedes Modell (ρ), zeigt es sich, dass das Modell Nr. 9 das bevorzugte Modell ist, denn das Modell Nr. 9 besitzt den höchsten Wert für ρ (3.75).

Tabelle 24: Berechnungen für die Modelauswahl: Beispiel für Reinigungskosten → Personalkosten Reinigung

Modell Nr.	Leistungsmessungen der Modelle				Normalisierte Werte				ρ
	korrigiertes R^2	Stand. Fehler	AIC	MAPE	A	B	C	D	
1	0.946	52'667	841	39.63%	0.00	1.00	1.00	0.37	0.63
2	0.949	51'400	839	39.60%	0.21	0.80	0.88	0.36	1.18
3	0.951	50'259	837	39.69%	0.40	0.61	0.75	0.38	1.66
4	0.953	49'250	835	42.39%	0.57	0.45	0.63	1.00	1.49
5	0.955	48'362	833	38.65%	0.71	0.31	0.50	0.14	2.76
6	0.956	47'580	831	38.02%	0.83	0.18	0.38	0.00	3.27
7	0.957	47'191	829	40.13%	0.89	0.12	0.25	0.48	3.04
8	0.957	47'094	827	40.02%	0.90	0.10	0.13	0.46	3.22
9	0.958	46'461	825	39.13%	1.00	0.00	0.00	0.25	3.75

Ausserdem wurde angestrebt, dass die ausgewählten Modelle für die Kostenprognose genutzt werden können. Hieraus soll man sich gewahr sein bezüglich der Genauigkeit der Modelle, welche durch den MAPE-Wert dargestellt werden. Im vorangehenden Beispiel führt der hohe MAPE-Wert (39.13%) zu unzuverlässigen Modellen für die Prognose. Trotzdem sind die unabhängigen Variablen aus den ausgewählten Modellen statistisch signifikant und können als Leistungsindikatoren bei den Kostenkategorien und Kostentypen verwendet werden.

Mit einer erweiterten Datenqualität und weiteren Teilnehmern kann die Präzision der Modelle verbessert werden. Dies führt zu tieferen MAPE-Werten und somit zu zuverlässigeren Modellen für eine bessere Prognose.

5.4.2.2 Privatbahnen

Die Entwicklung eines Regressionsmodells für die Privatbahnen ist aufgrund der limitierten Datenmenge nicht möglich.

5.4.3 Modell für die Kostenschätzung

Die resultierenden Modelle der Kostenschätzung für Gemeindestrassen sind in Anhang G aufgezeigt. Wie im vorangehenden Abschnitt erwähnt, konnten für die Privatbahnen keine Modelle entwickelt werden.

Wie im Kapitel 5.4 aufgezeigt, werden die Modelle unter Verwendung der linearen Mehrfachregression entwickelt. (Gleichung (10)).

$$K_m^t = \text{Konstante} + \sum_{i=1}^n B_i \times p_i \quad (10)$$

Wobei

- K_m^t : Kosten der Kategorie m und des Typen t
- B_i : Regressionskoeffizient für den i
- p_i : Parameter i aus dem Fragebogen

Die Koeffizienten B des Regressionsmodells zeigen klar in welchem Verhältnis der Output (Kosten) zum Input (Parameter) steht. Für einen gegebenen Parameter p (beispielsweise p_1) wenn beispielsweise alle anderen p -Werte fixiert sind, so wirkt sich jeder Wechsel um eine Einheit in p_1 , die Kosten werden um B_1 -Einheiten steigen.

Die aus der Auswertung abgeleiteten Modelle können für die Kostenschätzung verwendet werden. Dennoch sollte man sich ob der Genauigkeit der Modelle bewusst sein, welche durch den MAPE-Wert ausgedrückt werden. Wenn die MAPE-Werte hoch sind (beispielsweise über 10%), kann davon ausgegangen werden, dass das Modell nicht als zuverlässig erachtet werden muss. Trotzdem sind die unabhängigen Variablen aus den ausgewählten Modellen statistisch signifikant und können als Leistungsindikatoren bei den Kostenkategorien und Kostentypen verwendet werden.

Es kann erwartet werden, dass die Genauigkeit der Modelle steigen wird, mit einer steigenden Datenqualität der teilnehmenden Organisationen und neuen Teilnehmern. Dies führt zu zuverlässigeren Modellen und einer besseren Vorhersagen.

Die Datenauswertungssoftware SPSS wird verwendet zur Auswertung von linearen Regressionsgleichungen ohne die Verwendung des listenweisen Fallausschlusses¹⁷ basierend auf der Annahme, dass wenn eine teilnehmende Organisation für entscheidend abhängige Variable keine Werte aufweist, so ist diese Organisation der Auswertung auszuschliessen.

¹⁷ In der listenweise Fallausschluss wird ein Fall aus der Auswertung ausgeschlossen, wenn der vorliegende Fall bei mindestens einer spezifischen Variable eine Datenlücke aufweist. - Bei listenweisen Fallausschluss werden alle Fälle, in denen ein Wert fehlt (z.B. weil im Fragebogen eine Antwort nicht gegeben wurde), aus der gesamten Datenanalyse ausgeschlossen. Egal welcher Wert fehlt.

5.4.3.1 Gemeinden

Die ausgewählten Regressionsmodelle für die verschiedenen Kostenkategorien und Kostentypen sind in den folgenden Tabellen aufgeführt. Sämtliche Modelle welche für Gemeindestrassen entwickelt wurden, können im Anhang G.1 gefunden werden.

Wenn man auf die Interpretation der verschiedenen Parameter schaut, sollte man sich gewahr werden, dass auch in einigen Fällen die Zeichen der Koeffizienten nicht intuitive sein mögen. Die unterschiedlichen Parameter sollten als System gesehen werden, welches sich gewisser massen ausbalanciert (dies kann auch die grossen positiven und negativen Werte erklären, welche dabei auftreten können). Es kann auch sein, dass es weitere Parameter oder Faktoren gibt, welche die Kosten beeinflussen, welche aber noch nicht bedacht wurden. Zum Beispiel die Strategien, welche verfolgt werden. Dies kann abgeschwächt werden mit mehr qualitativen Daten. Man sollte sich auch ins Bewusstsein führen, dass die relative Wichtigkeit der verschiedenen Parameter, welche durch den Standardkoeffizienten Beta ausgedrückt werden.

Die folgenden Tabellen zeigen die ausgewählten Modelle für jede Kostenkategorie und Kostentyp, welche in der Kostenstruktur abgebildet sind. Die Tabellen zeigen die verschiedenen Parameter und den zugehörigen Regressionskoeffizient B, Standardfehler, standardisierter Koeffizient und deren statistischen Signifikanz. Die letzten zwei Spalten (t und Signifikanz Sig.) zeigt die t-Statistik und die zusammenhängende 2-Weg p-Wert. Diese werden verwendet zur Überprüfung ob ein gegebener Koeffizient bei $\alpha=0.05$ signifikant abweichend von Null ist.

In der allgemeinen Anwendung werden Modelle mit einem MAPE-Wert grösser als 20 bis 25% wenig bis gar nicht geeignet für die Verwendung als Prognosewerkzeug. Die vorliegenden Berechnungen sind in aller Regel grösser als die genannten Schwellenwerte. Aus diesem Grund sind aufgeführten Modelle nicht geeignet für Kostenprognosen. Die MAPE-Werte für die ausgewählten Modelle sind in der folgenden Tabelle 25 dargestellt. Für weitere Informationen wird auf den Anhang G verwiesen.

Tabelle 25: Zusammenstellung der MAPE-Werte für die ausgewählten Modelle

Kostenkategorie	Kostentyp	Modell	MAPE (%)
Kleiner baulicher Unterhalt	Personalkosten	10	148
	Sach- und Materialkosten	6	914
	Fremdkosten	8	275
Reinigung	Personalkosten	9	39
	Sach- und Materialkosten	5	175
	Fremdkosten	4	125
Grünpflege	Personalkosten	5	55
	Sach- und Materialkosten	4	281
	Fremdkosten	4	226
Winterdienst	Personalkosten	3	78
	Sach- und Materialkosten	2	189
	Fremdkosten	2	187
Tech. Dienste und Beleuchtung	Personalkosten	4	63
	Sach- und Materialkosten	5	532
	Fremdkosten	3	287
Overhead	Personalkosten	10	121
Fahrzeug Betriebs- und Unterhaltskosten	Fahrzeugkosten	11	31

5.4.3.1.1 Kleiner baulicher Unterhalt

In den folgenden Abschnitten werden für den kleinen baulichen Unterhalt die Modelle für die Personalkosten, die Sach- und Materialkosten und die Fremdkosten beschrieben.

5.4.3.1.1.1 Personalkosten (2.2.2)

Für die Personalkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 10 hervor. Dieses wird in Tabelle 26 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 26: Ausgewähltes Modell für die Personalkosten beim kleinen baulichen Unterhalt (entwickelt aus den Daten von 24 Gemeinden)

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
10	(Konstante)	-178'637.08	83'379.99		
	33	35.70	9.03	0.54	3.95
	45	-19.30	7.17	-0.31	-2.69
	50	217'580.06	69'122.46	0.47	3.15

Legende:

- 33 = 2.3.2 Personalaufwand (Zeit) kleiner baulicher Unterhalt
- 45 = 2.7.1 Betriebsstunden Fahrzeuge
- 50 = 3.2.1 Zustand I0 Verkehrsfläche Durchschnitt

Die Angaben aus der Tabelle 26 können als folgende Gleichung (10) dargestellt werden (Gleichung (11)):

$$\begin{aligned}
 \text{Personalkosten}_{\text{kbU}} = & -178'637.08 + 35.70(\text{Personalaufwand (Zeit) kleiner baulicher Unterhalt}) - \dots \\
 & 19.30(\text{Betriebsstunden Fz}) + 217'580.06(\text{Zustand I0 Verkehrsfläche Durchschnitt})
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

Solche Darstellungen können für alle folgenden Tabellen erstellt werden.

Der Koeffizient B des Regressionsmodells zeigt deutlich das Verhältnis zwischen dem Output (Kosten) und dem Input (Parameter). In diesem Fall würden die Personalkosten des kleinen baulichen Unterhalt (kbU) ansteigen wenn der Personalaufwand (Zeit) für den kleinen baulichen Unterhalt (35.70 im Tabelle 26) und der Zustand I0 der Verkehrsfläche (217'580.06 im Tabelle 26) ansteigt. Das heisst, wenn der Personalaufwand (Zeit) des kleinen baulichen Unterhalts um eine Einheit (eine Stunde) steigt, so steigen die Personalkosten für den kleinen baulichen Unterhalt (kbU) um 35.70 CHF – unter der Voraussetzung, dass alle anderen Variablen konstant gehalten werden. Entsprechend für einen Anstieg des durchschnittlichen Zustandes der Verkehrsfläche. Dies würde einen Anstieg der Personalkosten um 217'580.06 CHF ergeben. Es zeigt sich ebenfalls, dass diese Kosten sinken würden, wenn die Betriebsstunden der Fahrzeuge (-19.30 im Tabelle 26) steigen würden. Das heisst, dass für jeden Anstieg bei den Betriebsstunden Fahrzeuge, die Personalkosten um 19.30 CHF sinken würden. Die relative Wichtigkeit der verschiedenen Parameter wie beim standardisierten Koeffizienten¹⁸ (Beta) angezeigt, zeigt, dass der Parameter mit dem grössten Einfluss auf die Kosten der Personalaufwand (Zeit) für den kleinen baulichen Unterhalt (0.54 im Tabelle 26) darstellt. Gefolgt

¹⁸ Der standardisierte Koeffizient zeigt wie viele Standardabweichungen durch eine abhängige Variable verändert werden pro Anstieg der Standardabweichung Anstieg bei den unabhängigen Variablen. Wenn Variablen mit unterschiedlichen Einheiten gemessen werden, kann ermittelt werden, welche der unabhängigen Variablen die grösste Wirkung auf die abhängigen Variablen haben.

vom Zustand IO der Verkehrsfläche (0.47 im Tabelle 26) und den Betriebsstunden Fahrzeuge (-0.31 im Tabelle 26). Alle diese Regressionskoeffizienten B sind signifikant abweichend von Null (t und Sig. Spalte in Tabelle 26¹⁹). Das Modell ist also statistisch signifikant (F: 25.664; Sig. 0.000 bestimmt durch die Varianzanalyse ANOVA²⁰, für die folgenden Modelle ist auf den Anhang G verwiesen, hierfinden sich die F-Werte und die Signifikanz Sig.).

Der positive Vorzeichen der Koeffizienten beim Personalaufwand (Zeit) kleiner baulicher Unterhalt und den durchschnittlichen Zustand der Verkehrsflächen machen durchaus Sinn. Es ist nachvollziehbar, dass die Kosten steigen, wenn mehr Stunden benötigt werden oder wenn die Strassen in einem schlechten Zustand sind. Das negative Vorzeichen für den Koeffizienten Betriebsstunden Fahrzeuge ist nicht intuitive logisch. Allerdings kann interpretiert werden, dass ein Anstieg der Fahrzeugstunden einen Anstieg der Effizienz des Personal einhergehen kann (mehr Mobilität, schnellere Eingriffszeiten beim kleinen baulichen Unterhalt), was zu einer Verminderung dieser Kostenkategorie führen kann. Es ist jedoch unerlässlich, weitere Daten zu ermitteln, um diese Erkenntnisse besser zu stützen.

5.4.3.1.1.2 Sach- und Materialkosten (2.8.2)

Für die Sach- und Materialkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 6 hervor. Dieses wird in Tabelle 27 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 27: Ausgewähltes Modell für Sach- und Materialkosten des kleinen baulichen Unterhalts entwickelt aus den Angaben von 24 Gemeinden

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
6	(Konstante)	105'820.30	54'618.41		
	39	9'307.78	3'594.47	0.42	2.59
	88	-145'299.93	59'923.13	-0.40	-2.43
	89	-171'642.60	63'585.28	-0.44	-2.70

Legende:

- 39 = 2.5.1 Anzahl Fahrzeuge (ohne Reinigungsfahrzeuge)
- 88 = 4.7.1 Leistungsniveau Erledigung sofort
- 89 = 4.7.2 Leistungsniveau Erledigung planbar

Die Koeffizienten aus dem Regressionsmodell (B) zeigen deutlich wie der Output (Kosten) in Relation steht zum Input (Parameter). Im vorliegenden Fall würden die Sach- und Materialkosten ansteigen, wenn die Anzahl Fahrzeuge (und Geräte; ohne Reinigungsfahrzeuge) ansteigen. Es zeigt ebenfalls, dass die Kosten sinken, wenn die Leistungsniveaus (Erledigung sofort und Erledigung planbar) ansteigen. Die relative Wichtigkeit der unterschiedlichen Parameter, angezeigt durch den standardisierten Koeffizienten Beta, weist darauf hin, dass der Parameter mit dem grössten Einfluss ist der Parameter Leistungsniveau Erledigung planbar, gefolgt vom Parameter Anzahl Fahrzeuge und dem Parameter Leistungsniveau Erledigung sofort. Alle Koeffizienten für die unterschiedlichen Parameter sind signifikant abweichend von 0. Das Modell ist ebenfalls statistisch signifikant (F: 5.979; Sig. 0.004 bestimmt durch die Varianzanalyse ANOVA)

¹⁹ T-Statistik (t) und die hier zugehörigen zwei-seitigen p-Werte (Sig) zu prüfen, unter der Verwendung eines Alpha von 0.05, ob bei einem gegebenen Koeffizienten signifikant unterschiedlich von Null ist.

²⁰ F-Statistik für den zugehörigen p-Wert (Sig.). Der p-Wert ist verglichen mit einem Alpha von 0.05 in der Prüfung der Null-Hypothese, dass alle Modellkoeffizienten gleich 0 sind.

Das positive Vorzeichen des Koeffizienten für die Anzahl Fahrzeuge macht dahingehend Sinn, als erwartet werden kann, dass die Sach- und Materialkosten mit einer steigenden Anzahl Fahrzeuge ebenfalls steigen. Das negative Vorzeichen für die beiden Parameter Leistungsniveau Erledigung planbar und sofort können ebenfalls nachvollzogen werden, da mit einem entsprechenden Planungsaufwand die Mittel effizienter eingesetzt werden können und dadurch Sach- und Materialkosten reduziert werden können. Das negative Vorzeichen für diese Koeffizienten zeigt, dass die Planung von Aktivitäten (ob lang- oder kurzfristig) zu Kosteneinsparungen führen kann. Insbesondere wenn die Erledigung längerfristig planbar ist.

5.4.3.1.1.3 Fremdkosten (2.4.1)

Für die Fremdkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 8 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 28 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 28: Ausgewähltes Modell für die Fremdkosten des kleinen baulichen Unterhalts entwickelt aus den Angaben von 24 Gemeinden

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
8	(Konstante)	-32'201.14	77'266.82		-0.42	0.68
	39	20'044.08	6'437.97	0.55	3.11	0.01

Legende:

39 = 2.5.1 Anzahl Fahrzeuge (ohne Reinigungsfahrzeuge)

Die Koeffizienten aus dem Regressionsmodell (B) zeigen klar, dass der Output (Kosten) in Relation steht zum Input (Parametern). Im vorliegenden Fall würden die Fremdkosten für den kleinen baulichen Unterhalt ansteigen mit einer Zunahme an Fahrzeugen. Dieser Parameter ist signifikant abweichen von 0. Das Modell ist ebenfalls statistisch signifikant (F: 9.693; Sig. 0.005 bestimmt durch die Varianzanalyse ANOVA).

Ein positives Vorzeichen für den Koeffizienten Anzahl Fahrzeuge (ohne Reinigungsfahrzeuge) unterbreitet den Gemeinden den Vorschlag, exakt zu prüfen, wie viele Fahrzeuge sie in der Fahrzeugflotte betrieben wollen, falls ein substanzieller Teil der Arbeiten des kleinen baulichen Unterhalts ausgelagert werden könnte. Es ist jedoch unerlässlich, weitere Daten zu ermitteln, um diese Erkenntnisse besser zu stützen bzw. die Einflüsse auf diesen Kostentyp besser zu verstehen.

5.4.3.1.2 Reinigung

In den folgenden Abschnitten werden für die Reinigung die Modelle für die Personalkosten, die Sach- und Materialkosten und die Fremdkosten beschrieben.

5.4.3.1.2.1 Personalkosten (2.2.3)

Für die Personalkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 9 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 29 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 29: Ausgewähltes Modell für die Personalkosten Reinigung entwickelt aus den Daten von 33 Gemeinden

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
9	(Konstante)	5'709.74	17'891.96		
	34	52.16	4.02	0.76	12.98
	47	41.54	9.95	0.18	4.18
	62	0.01	0.00	0.25	3.95
	99	-333.67	111.13	-0.14	-3.00

Legende:

- 34 = 2.3.3 Personalaufwand (Zeit) Reinigung
- 47 = 2.7.3 Anzahl Betriebsstunden Reinigungsfahrzeug
- 62 = 4.1.1/4 AdjustedCleanedArea
- 99 = 5.4.5/6 Anzahl Abfalleimer & Robi-Dog

Die Koeffizienten aus dem Regressionsmodell (B) zeigen klar, wie der Output (Kosten) in Relation zum Input (Parameter) steht. In diesem Fall steigen die Personalkosten Reinigung, wenn der Personalaufwand (Zeit), die Betriebsstunden Reinigungsfahrzeug und die effektiv gereinigten Flächen ansteigen. Es zeigt ebenfalls, dass die Kosten sinken würden, wenn die Anzahl Abfalleimer und Robi-Dog-Behälter zunehmen. Die relative Wichtigkeit der unterschiedlichen Parameter, angezeigt durch den standardisierten Koeffizient, zeigt, dass die Parameter mit dem grössten Einfluss auf die Kosten liegt beim Personalaufwand (Zeit), gefolgt bei der effektiv gereinigten Fläche (normalisiert aus dem Leistungsniveau und der zugehörigen Fläche auf das ganze Jahr), den Betriebsstunden für das oder die Reinigungsfahrzeuge und die Anzahl Entsorgungsbehältnisse wie Abfalleimer oder Robi-Dog-Behälter. Alle Koeffizienten für die unterschiedlichen Parameter sind signifikant abweichend von 0. Das Modell ist ebenfalls statistisch signifikant (F: 184.250; Sig. 0.000 bestimmt durch die Varianzauswertung ANOVA).

Das positive Vorzeichen bei den Koeffizienten für Personalaufwand (Zeit), Anzahl Betriebsstunden Reinigungsfahrzeuge und die effektiv gereinigte Fläche machen diesbezüglich Sinn, da man erwarten kann, dass mehr Einsatz (Stunden bei Personal und gekoppelt bei Fahrzeugen) und einem höheren Reinigungsniveau zu einem Anstieg der Kosten führt. der Stunden und Frequenzen. Das negative Vorzeichen beim Koeffizienten für die Anzahl Entsorgungsbehältnisse ist intuitive nicht offensichtlich. Denn eine grössere Anzahl würde einem Anstieg der Kosten suggerieren. Auf der anderen Seite kann argumentiert werden, dass sich Skaleneffekte einstellen können, wenn durch ein Anstieg der Anzahl Abfalleimer und Robi-Dog-Behälter die Effizienz bei den Mitarbeitern steigt. Hieraus können sich Reduktionen beiden Personalkosten für diese Kostenkategorie ergeben. Dieser Aspekt sollte mit weiteren Untersuchungen bzw. der weitergehenden Datensammlung noch untermauert werden.

5.4.3.1.2.2 Sach- und Materialkosten (2.8.3)

Für die Sach- und Materialkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 5 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 30 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 30: Ausgewähltes Modell für Sach- und Materialkosten in der Reinigung entwickelt aus Daten von 23 Gemeinden

Modell		Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
5	(Konstante)	3'732.31	3'222.04		1.16	0.26
	15	2.18	0.46	0.68	4.76	0.00
	18	0.87	0.33	0.38	2.63	0.02

Legende:

- 15 = 1.6.2.1/4&1.7.3 Total Fläche Kunstbauten
- 18 = 1.8.3 Laufmeter Entwässerungsrinnen (oberirdisch)

Die Koeffizienten aus dem Regressionsmodell (B) zeigen klar, wie der Output (Kosten) in Relation zum Input (Parameter) steht. In diesem Fall steigen die Sach- und Materialkosten Reinigung, wenn die gesamte Fläche der Kunstbauten und im Bereich der oberirdischen Entwässerungsrinnen eine Längenzunahme zu verzeichnen ist. Die relative Wichtigkeit der unterschiedlichen Parameter, angezeigt durch den standardisierten Koeffizient, zeigt, dass die Parameter mit dem grössten Einfluss auf die Kosten liegt bei der Fläche der Kunstbauten gefolgt von den oberirdischen Entwässerungsrinnen. Alle Koeffizienten für die unterschiedlichen Parameter sind signifikant abweichend von 0. Das Modell ist ebenfalls statistisch signifikant (F: 14.329; Sig. 0.000 bestimmt durch die Varianzanalyse ANOVA).

Es mag erstaunen, dass die Gesamtfläche Verkehr (m²) bei den Parametern nicht erscheint. Dieser Parameter war Teil der Auswertung, den es wurde erwartet, dass die Gesamtfläche Verkehr einen signifikanten Anteil zu den Material- und Sachkosten Reinigung beiträgt. Die Auswertung hat aber ergeben, dass der Anteil nicht signifikant ist und somit wurde dieser Parameter aus dem BET-Prozess ausgeschlossen. (Anhang G.1.2.2).

5.4.3.1.2.3 Fremdkosten (2.4.2)

Für die Fremdkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 4 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 31 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 31: Ausgewähltes Modell für die Fremdkosten Reinigung entwickelt aus Daten von 23 Gemeinden

Modell		Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
4	(Konstante)	19'027.76	16'479.97		1.16	0.26
	17	1.00	0.52	0.37	1.95	0.07
	18	2.75	1.49	0.35	1.85	0.08

Legende:

- 17 = 1.8.2 Laufmeter Entwässerungsleitungen
- 18 = 1.8.3 Laufmeter Entwässerungsrinnen (oberirdisch)

Die Koeffizienten aus dem Regressionsmodell (B) zeigen klar, wie der Output (Kosten) in Relation zum Input (Parameter) steht. In diesem Fall steigen die Fremdkosten Reinigung, wenn die Entwässerungsleitungen (unterirdisch) und die Entwässerungsrinnen (oberirdisch) ansteigen. Die relative Wichtigkeit der unterschiedlichen Parameter, angezeigt durch den standardisierten Koeffizient, zeigt, dass die Parameter mit dem grössten Einfluss auf die Kosten liegt bei den

Entwässerungsleitungen und gefolgt von den Entwässerungsrinnen. Das Modell ist statistisch signifikant (F: 3.848; Sig. 0.039 bestimmt durch die Varianzauswertung ANOVA). Die Regressionskoeffizienten B für die beiden Parameter sind nicht statistisch signifikant. Aus diesem Grund wird empfohlen dieses Modell mit mehr Daten nochmals zu prüfen.

Das positive Vorzeichen bei den Koeffizienten der Entwässerungsleitungen und der Entwässerungsrinnen machen insbesondere bei den Entwässerungsleitungen Sinn. Diese werden oftmals an spezialisierte Drittfirmen vergeben. Skaleneffekte konnten dabei nicht festgestellt werden. Der Einfluss von einem Zuwachs der Entwässerungsrinnen auf die Fremdkosten ist hingegen nicht sofort nachvollziehbar. Es wäre hilfreich, weitere Daten diesbezüglich zu erheben, um allenfalls weitere Parameter zu evaluieren und ein besseres Verständnis hierfür zu erlangen.

5.4.3.1.3 Grünpflege

In den folgenden Abschnitten werden für die Grünpflege die Modelle für die Personalkosten, die Sach- und Materialkosten und die Fremdkosten beschrieben.

5.4.3.1.3.1 Personalkosten (2.2.4)

Für die Personalkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 5 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 32 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 32: Ausgewähltes Modell für Personalkosten Grünpflege entwickelt aus Daten von 34 Gemeinden

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
5	(Konstante)	-316.30	24'446.35		-0.01	0.99
	35	84.62	13.14	1.04	6.44	0.00
	100	-0.93	0.45	-0.34	-2.07	0.05

Legende:

- 35 = 2.3.4 Personalaufwand (Zeit) Grünpflege
- 100 = 5.6.1 Grünfläche im Strassenraum

Die Koeffizienten aus dem Regressionsmodell (B) zeigen klar, wie der Output (Kosten) in Relation zum Input (Parameter) steht. In diesem Fall steigen die Personalkosten Grünpflege, wenn der Personalaufwand (Zeit) ansteigen. Die Personalkosten nehmen ab, wenn die Grünfläche im Strassenraum zunimmt. Die relative Wichtigkeit der unterschiedlichen Parameter, angezeigt durch den standardisierten Koeffizient, zeigt, dass die Parameter mit dem grössten Einfluss auf die Kosten liegt beim Personalaufwand (Zeit) gefolgt von den Grünflächen im Strassenraum. Alle Koeffizienten für die unterschiedlichen Parameter sind signifikant abweichend von 0. Das Modell ist ebenfalls statistisch signifikant (F: 28.980; Sig. 0.000 bestimmt durch die Varianzauswertung ANOVA).

Das positive Vorzeichen des Koeffizienten für den Personalaufwand (Zeit) macht durchaus Sinn, da erwartet werden darf, dass eine höhere Arbeitszeit zu höheren Personalkosten führt. Das negative Vorzeichen bei der Grünfläche ist intuitiv nicht sofort verständlich, da mehr Flächen zu mehr Aufwand führen würden. Ein Ansatz zur Erklärung ist, dass Skaleneffekte eintreten, wenn beispielsweise der Einsatz von Maschinen die Effizienz steigert. Gleichwohl ist hier anzumelden, dass die weiterführende Auswertung von weiteren Daten hilfreich ist, um die gegenwärtigen Erkenntnisse zu bestätigen.

5.4.3.1.3.2 Sach- und Materialkosten (2.8.4)

Für die Sach- und Materialkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 4 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 33 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 33: Ausgewähltes Modell für Sach- und Materialkosten der Grünpflege entwickelt aus den Daten von 30 Gemeinden

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
4	(Konstante)	5'974.80	3'404.55		1.76	0.09
	100	0.33	0.05	0.75	6.14	0.00
	101	3.19	2.67	0.15	1.20	0.24

Legende:

- 100 = 5.6.1 Grünfläche im Strassenraum
- 101 = 5.6.2 Anzahl Bäume

Die Koeffizienten aus dem Regressionsmodell (B) zeigen klar, wie der Output (Kosten) in Relation zum Input (Parameter) steht. In diesem Fall steigen die Sach- und Materialkosten Grünpflege, wenn die Grünflächen und die Anzahl Bäume im Strassenraum ansteigen. Die relative Wichtigkeit beiden Parameter, angezeigt durch den standardisierten Koeffizient, zeigt, dass die Grünfläche als Parameter den grösseren Einfluss auf die Kosten hat als die Anzahl Bäume. Der Koeffizient für Grünfläche im Strassenraum ist signifikant unterschiedlich von 0 und das Modell ist statistisch signifikant (F: 21.030; Sig. 0.000 bestimmt durch die Varianzauswertung ANOVA). Der Regressionskoeffizient B für die Anzahl Bäume ist nicht unterschiedlich zu 0 somit wird empfohlen diese Modelle mit mehr Daten erneut aufzugreifen.

5.4.3.1.3.3 Fremdkosten (2.4.3)

Für die Fremdkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 4 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 34 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 34: Ausgewähltes Modell für Fremdkosten bei der Grünpflege entwickelt aus Daten von 30 Gemeinden

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
4	(Konstante)	22'393.75	9'482.94		2.36	0.03
	100	0.40	0.16	0.43	2.53	0.02

Legende:

- 100 = 5.6.1 Grünfläche im Strassenraum

Die Koeffizienten aus dem Regressionsmodell (B) zeigen klar, wie der Output (Kosten) in Relation zum Input (Parameter) steht. In diesem Fall steigen die Fremdkosten Grünpflege, wenn die Grünflächen im Strassenraum ansteigen. Dieser Parameter ist signifikant abweichend von 0. Das Modell ist ebenfalls statistisch signifikant (F: 6.381; Sig. 0.017 bestimmt durch die Varianzauswertung ANOVA).

Wenn Fremdkosten bei einer Gemeinde in Bezug auf die Kostenkategorie Grünpflege beigezogen werden, macht es Sinn, dass das Vorzeichen für die Grünfläche positiv ausfällt. Denn es kann erwartet werden, dass wenn der Unterhalt der zusätzlichen Grünfläche ausgelagert wird, diese Kosten ebenfalls steigen. Mit weiteren Daten kann ermittelt werden, ob zusätzliche Parameter

ermittelt werden könnten und ob solche mithilfe die Einflussgrößen auf diesen Kostentyp besser zu verstehen.

5.4.3.1.4 Winterdienst

In den folgenden Abschnitten werden für den Winterdienst die Modelle für die Personalkosten, die Sach- und Materialkosten und die Fremdkosten beschrieben.

5.4.3.1.4.1 Personalkosten (2.2.5)

Für die Personalkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 3 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 35 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 35: Ausgewähltes Modell für Personalkosten des Winterdienstes entwickelt aus Daten von 37 Gemeinden

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
3 (Konstante)	90'836.55	44'050.68		2.06	0.05
2	0.07	0.05	0.08	1.24	0.23
24	-254.25	96.20	-0.42	-2.64	0.01
36	56.87	5.94	1.40	9.58	0.00
42	-14'014.41	4'623.15	-0.40	-3.03	0.01
43	13'874.89	4'333.79	0.37	3.20	0.00
106	-2'863.92	1'808.28	-0.61	-1.58	0.12
107	3'180.59	1'939.36	0.57	1.64	0.11
108	4'539.38	1'744.62	0.32	2.60	0.02

Legende:

- 2 = Verkehrsfläche Reinigung/Winterdienst Flächen summiert
- 24 = MueM Meter über Meer
- 36 = 2.3.5 Personalaufwand (Zeit) Winterdienst
- 42 = 2.5.4 Anzahl Schneepflüge
- 43 = 2.5.5 Anzahl Salzstreuer
- 106 = 6.2.2 Anzahl Tage mit T < 0°C
- 107 = 6.3 Anzahl Frostwechsel
- 108 = 6.5 Schneefall: Anzahl Tage mit mehr als 1 cm Neuschnee

Die Koeffizienten aus dem Regressionsmodell (B) zeigen, wie der Output (Kosten) in Relation zum Input (Parameter) steht. In diesem Fall steigen die Personalkosten Winterdienst, wenn die Verkehrsfläche Winterdienst, der Personalaufwand (Zeit), die Anzahl Salzstreuer, die Anzahl Frostwechsel, die Anzahl Tage mit mehr als einem cm Schneefall ansteigen. Die Personalkosten Winterdienst können abnehmen aufgrund der Höhenlage, der Anzahl Schneepflüge und der Anzahl Tage mit einer Temperatur unter 0°C. Die relative Wichtigkeit der unterschiedlichen Parameter, angezeigt durch den standardisierten Koeffizient, zeigt, dass der Personalaufwand (Zeit) der Parameter mit dem grössten Einfluss darstellt, gefolgt von der Anzahl Tage mit einer Temperatur unter 0°C, der Anzahl Frostwechsel, der Höhenlage (Meter über Meer), der Anzahl Schneepflüge, der Anzahl Salzstreuer, der Anzahl Tage mit mindestens einem cm Neuschnee und der Verkehrsfläche Winterdienst. Ausser für die Koeffizienten für die Verkehrsfläche Winterdienst, der Anzahl Tage mit Temperaturen unter 0°C und der Anzahl Frostwechsel sind die Koeffizienten der Parameter signifikant verschieden von 0. Das Modell ist ebenfalls statistisch signifikant (F: 36.637; Sig. 0.000 bestimmt durch die Varianzanalyse ANOVA).

Da für Modellentwicklung eine unterschiedliche Anzahl Daten zur Verfügung stehen, werden für die spezifischen Modelle eine unterschiedliche Anzahl Parameter verwendet. Diese erste Auswahl wird im BET-Prozess weiter geführt. Die Parameter welche die Ausschlusskriterien am besten befolgen, werden ausgeschlossen. In der Anschliessenden Modellauswahl (vgl. Kapitel 5.4.2.1) wird das beste Modell evaluiert und ausgewählt. Da dieser Prozess ebenfalls eine unterschiedliche Anzahl Parameter ausschliesst, ist schlussendlich die Anzahl Parameter höher oder tiefer.

Das positive Vorzeichen der Koeffizienten für die Verkehrsfläche, den Personalaufwand (Zeit) Winterdienst, die Anzahl Salzstreuer, die Anzahl Frostwechsel, die Anzahl Tage mit mindestens einem cm Neuschnee machen hinlänglich Sinn in Bezug auf steigende Personalkosten Winterdienst durch einen Anstieg bei diesen Parametern. Das negative Vorzeichen bei den Koeffizienten Anzahl Schneepflüge kann nachvollziehbar sein, unter der Annahme, dass mit einer grösseren Anzahl Pflüge die Effizienz der Schneeräumung gesteigert werden kann. Das negative Vorzeichen bei den Koeffizienten der Höhenlage und der Anzahl Tage unter 0°C ist intuitiv nicht offensichtlich. Würde man doch erwarten, dass diese Parameter eher einen Anstieg der Kosten hervorrufen. Dies kann allenfalls in Verbindung gebracht werden mit Strategien, welche eine Gemeinde verfolgt: beispielsweise eine Klassierung der Strassen in Abhängigkeit zur Höhenlage. Je höher umso geringer ist die Wahrscheinlichkeit für Verkehr auf der Strasse infolge dessen wird der Winterdienst auf diesen Strassen reduziert. Es wäre mit Sicherheit hilfreich, weitere Daten hierzu zu erheben und diese Erkenntnisse zu erhärten – oder zu verwerfen.

5.4.3.1.4.2 Sach- und Materialkosten (2.8.5)

Für die Sach- und Materialkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 2 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 36 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 36: Ausgewähltes Modell für Sach- und Materialkosten des Winterdienstes entwickelt aus den Daten von 37 Gemeinden

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
2	(Konstante)	-3'258.56	8'030.56		
	42	6'499.75	1'281.55	0.90	5.07
	43	-5'667.92	1'393.35	-0.74	-4.07
	48	155.10	46.70	0.42	3.32

Legende:

- 42 = 2.5.4 Anzahl Schneepflüge
- 43 = 2.5.5 Anzahl Salzstreuer
- 48 = 2.8.8 Salzverbrauch

Die Koeffizienten aus dem Regressionsmodell (B) zeigen, wie der Output (Kosten) in Relation zum Input (Parameter) steht. In diesem Fall steigen die Sach- und Materialkosten Winterdienst, wenn die Anzahl Schneepflüge und der Salzverbrauch ansteigen. Die Sach- und Materialkosten würden sinken, wenn die Anzahl Salzstreuer zunimmt. Die relative Wichtigkeit der unterschiedlichen Parameter, angezeigt durch den standardisierten Koeffizient, zeigt, dass der Parameter mit dem grössten Einfluss auf die Sach- und Materialkosten bei der Anzahl Schneepflüge liegt, gefolgt von der Anzahl Salzstreuer und dem Salzverbrauch. Alle Koeffizienten sind signifikant verschieden von 0. Das Modell ist ebenfalls statistisch signifikant (F: 10.966; Sig. 0.000 bestimmt durch die Varianzauswertung ANOVA).

Für den Kostentyp der Sach- und Materialkosten macht es offensichtlich Sinn, dass der Anstieg im Salzverbrauch sich kostensteigernd auswirkt. Die unterschiedliche Einschätzung bezüglich Schneepflüge und Salzstreuer ist nicht klar ersichtlich. Man vergleiche hierzu die Einschätzung bezüglich der Personalkosten Winterdienst.

Es kann aber auch statistisch bedingt sein, dass als Teil des Systems die gegensätzlichen Vorzeichen helfen die Regressionsgleichung auszugleichen. Es wäre hilfreich, in diesem Fall weitere Daten zu ermitteln um den Einfluss der Parameter besser zu verstehen.

5.4.3.1.4.3 Fremdkosten (2.4.4)

Für die Fremdkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 2 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 37 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 37: Ausgewähltes Modell für Fremdkosten des Winterdienstes entwickelt aus den Daten von 38 Gemeinden

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
2	(Konstante)	-113'018.42	38'857.80		-2.91	0.01
	2	0.26	0.07	0.38	3.73	0.00
	106	-9'146.97	2'330.61	-2.35	-3.93	0.00
	107	9'648.28	2'478.49	2.12	3.89	0.00
	108	11'531.61	1'858.99	0.96	6.20	0.00

Legende:

- 2 = Verkehrsfläche Reinigung/Winterdienst Flächen summiert
- 106 = 6.2.2 Anzahl Tage mit $T < 0^{\circ}\text{C}$
- 107 = 6.3 Anzahl Frostwechsel
- 108 = 6.5 Schneefall: Anzahl Tage mit mehr als 1 cm Neuschnee

Die Koeffizienten aus dem Regressionsmodell (B) zeigen, wie der Output (Kosten) in Relation zum Input (Parameter) steht. In diesem Fall steigen die Fremdkosten Winterdienst, wenn die Verkehrsfläche Winterdienst, die Anzahl Frostwechsel und die Anzahl Tage mit mindestens einem cm Neuschnee ansteigen. Die Kosten würden sinken, wenn die Anzahl Tage mit Temperaturen unter 0°C ansteigt. Die relative Wichtigkeit der unterschiedlichen Parameter, angezeigt durch den standardisierten Koeffizient, zeigt, dass der Parameter mit dem grössten Einfluss auf die Fremdkosten bei der Anzahl Tage mit Temperaturen unter 0°C liegt, gefolgt von der Anzahl Frostwechsel, der Anzahl Tage mit mindestens einem cm Neuschnee und der Verkehrsfläche Winterdienst. Alle Koeffizienten sind signifikant verschieden von 0. Das Modell ist ebenfalls statistisch signifikant (F: 17.601; Sig. 0.000 bestimmt durch die Varianzanalyse ANOVA).

Die positive Vorzeichen bei den Koeffizienten für die Verkehrsfläche Winterdienst, die Anzahl Frostwechsel und die Anzahl Tage mit mindestens einem cm Neuschnee sind in Bezug auf den Anstieg der Fremdkosten nachvollziehbar, wenn davon ausgegangen werden darf, dass dies einen Einfluss auf die Leistungen hat. Weshalb die Anzahl Tage mit Temperaturen unter 0°C einen umgekehrten also kostensenkenden Einfluss auf die Fremdkosten haben, ist im Rahmen weiterer Auswertungen mit einem breiteren Datensatz nachzugehen. Dies dürfte zu einem besseren Verständnis führen.

5.4.3.1.5 Tech. Dienste und Beleuchtung

In den folgenden Abschnitten werden für die technischen Dienste und die Beleuchtung die Modelle für die Personalkosten, die Sach- und Materialkosten und die Fremdkosten beschrieben.

5.4.3.1.5.1 Personalkosten (2.2.6)

Für die Personalkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 4 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 38 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 38: Ausgewähltes Modell für die Personalkosten des technischen Dienstes entwickelt aus Daten von 32 Gemeinden

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
4 (Konstante)	1'054.86	10'394.65		0.10	0.92
1	0.19	0.16	0.09	1.15	0.26
37	46.98	3.97	0.92	11.83	0.00

Legende:

- 1 = 1.1 Laufmeter Strassennetz
- 37 = 2.3.6 Personalaufwand (Zeit) tech. Dienst und Beleuchtung

Die Koeffizienten aus dem Regressionsmodell (B) zeigen, wie der Output (Kosten) in Relation zum Input (Parameter) steht. In diesem Fall steigen die Personalkosten technische Dienste und Beleuchtung, wenn die Länge des Strassennetzes zunimmt und der Personalaufwand (Zeit) für technische Dienste und die Beleuchtung steigt. Die relative Wichtigkeit der beiden Parameter, angezeigt durch den standardisierten Koeffizient, zeigt, dass der der Personalaufwand (Zeit) einen grösseren Einfluss auf die Personalkosten hat, als die Länge des Strassennetzes. Wobei der Koeffizienten für die Länge des Strassennetzes statistisch nicht signifikant ist. Der Koeffizient Personalaufwand (Zeit) ist signifikant verschieden von 0, der Regressionskoeffizient für den Personalaufwand Zeit ist signifikant unterschiedlich von 0. Das Modell ist ebenfalls statistisch signifikant (F: 70. 287; Sig. 0.000 bestimmt durch die Varianzauswertung ANOVA).

Erwartungsgemäss führen ein höherer Personalaufwand und ein längeres Strassennetz zu einem Anstieg der Personalkosten. Aus diesem Grund machen die positiven Vorzeichen der Koeffizienten Sinn.

5.4.3.1.5.2 Sach- und Materialkosten (2.8.6/7)

Für die Sach- und Materialkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 5 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 39 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 39: Ausgewähltes Modell für Sach- und Materialkosten für technische Dienste entwickelt aus Daten von 32 Gemeinden

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	T	Sig.
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
5 (Konstante)	24'844.84	19'996.68		1.24	0.22
90	13.43	13.68	0.18	0.98	0.33

Legende:

- 90 = 5.1.1 Anzahl Strassenbeleuchtung

Das in Tabelle 39 dargestellte Modell ist das bevorzugte Modell aus dem Set von entwickelten Modellen für diese Kostenkategorie und Typ. Es geht hervor, dass keiner der Koeffizienten der unterschiedlichen Parameter statistisch signifikant ist. Die Modelle selber sind auch nicht statistisch signifikant (F: 0.963; Sig. 0.334 bestimmt durch die Varianzauswertung ANOVA). Zusätzlich entspricht das Modell nicht den erhaltenen Daten bezüglich dieser Kostenkategorie und Kostentyp (vergleiche Anhang G für mehr Informationen). Es wird empfohlen, diese Modelle zu überprüfen, wenn mehr Daten verfügbar sind.

5.4.3.1.5.3 Fremdkosten (2.4.5/6/7)

Für die Fremdkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 3 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 40 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 40: Ausgewähltes Modell für die Fremdkosten für die technischen Dienste entwickelt aus 33 Gemeinden

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
3	(Konstante)	35'880.57	42'528.51		0.84	0.41
	1	0.77	0.65	0.21	1.19	0.25
	90	27.29	23.89	0.21	1.14	0.26

Legende:

- 1 = 1.1 Laufmeter Strassennetz
- 90 = 5.1.1 Anzahl Strassenbeleuchtung

Das in Tabelle 40 aufgeführte Modell ist das bevorzugte Modell aus dem Set von entwickelten Modellen für diese Kostenkategorie und diesen Kostentyp. Es geht hervor, dass keiner der Koeffizienten der verschiedenen Parameter statistisch signifikant sind (F: 1.933; Sig. 0.162 bestimmt durch die Varianzauswertung ANOVA). Zusätzlich entspricht das Modell nicht den erhaltenen Daten bezüglich dieser Kostenkategorie und Kostentyp (vergleiche Anhang G für mehr Informationen). Es wird empfohlen, diese Modelle zu überprüfen, wenn mehr Daten verfügbar sind.

5.4.3.1.6 Overhead (Personalaufwand für Führung, Controlling, Administration)

Im folgenden Abschnitt wird für den Overhead-Aufwand das Modell für die Personalkosten beschrieben.

5.4.3.1.6.1 Personalkosten (2.2.7/8/9)

Für die Personalkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 10 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 41 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 41: Ausgewähltes Modell für den Overhead (Personalkosten) entwickelt aus 24 Gemeinden

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
10	(Konstante)	-71'898.08	34'429.24		-2.09	0.05
	26	-1.11	0.20	-0.27	-5.65	0.00
	28	0.32	0.09	0.17	3.41	0.00
	30	-1'552.50	769.98	-0.11	-2.02	0.06
	38	58.17	2.68	0.95	21.75	0.00
	49	1'585.18	566.71	0.14	2.80	0.01
	50	79'689.86	20'301.00	0.17	3.93	0.00
	56	-2'629.93	417.12	-0.34	-6.31	0.00
	103	87.11	25.58	0.18	3.41	0.00

Legende:

26	=	1.13.2	OeV: Strassenfläche mit Busverkehr
28	=	1.17.2	Strassenuntergrund (1 - 3 Netzwerke)
30	=	2.1.1	Anzahl operative MA Betrieb und Unterhalt
38	=	2.3.7-2.3.9	Personalaufwand (Zeit) OH
49	=	3.1.1	Alter der Verkehrsfläche Durchschnitt Strassen
50	=	3.2.1	Zustand I0 Verkehrsfläche Durchschnitt
56	=	3.3.1/5	Durchschnittsalter Kunstbaute
103	=	5.7.2	Fläche Werkstätten

Der Koeffizient des Regressionsmodells B zeigt hinlänglich wie der Output (Kosten) in Verbindung steht zu, Input (Parameter). In diesem Fall würden die Overhead-Kosten ansteigen, wenn der Strassenuntergrund (1 bis 3 Netzwerke), der Personalaufwand (Zeit) OH, das Durchschnittsalter der Verkehrsfläche Durchschnitt Strassen, der durchschnittliche Zustand I0 der Verkehrsfläche Durchschnitt und die Fläche der Werkstätten ansteigen. Es zeigt ebenfalls, dass diese Kosten sinken würden, wenn der öffentliche Verkehr (angezeigt durch die Strassenfläche mit Busverkehr), die Anzahl operativer Mitarbeiter Betrieb und Unterhalt und das Durchschnittsalter der Kunstbauten ansteigen. Die relative Wichtigkeit der unterschiedlichen Parameter, zeigt dass der Parameter mit dem höchsten Einfluss die Kosten für den Personalaufwand Overhead darstellt; gefolgt durch das Durchschnittsalter der Kunstbauten, die Strassenflächen mit öffentlichem Verkehr, die Flächen der Werkstätten, der Durchschnittszustand I0 der Verkehrsflächen, der Strassenuntergrund (1 bis 3 Netzwerkeleitungen), Anzahl der operativen Mitarbeiter Betrieb und Unterhalt. Ausser für den Koeffizienten für die Anzahl operativer Mitarbeiter Betrieb und Unterhalt sind alle anderen Koeffizienten der Parameter signifikant abweichend von Null. Das Modell ist also statistisch signifikant (F: 97.498; Sig. 0.000 gemäss Bestimmung aus der Varianzauswertung).

Es ist gewissermassen nachvollziehbar, dass folgende Einflussfaktoren zu einem Anstieg der Personalkosten führen: ein Strassenuntergrund mit ein bis 3 Netzwerken benötigt mehr Koordination zwischen den Gewerken; wenn der Personalaufwand Overhead (Zeit) steigt, steigen auch die Kosten; ein höheres Durchschnittsalter der Strassen führt zu mehr oder häufiger infrastruktureller Massnahmen; ein Analogieschluss kann beim durchschnittlichen Strassenzustand gezogen werden. Schon etwas schwieriger nachvollziehbar wird der Kostenanstieg durch die steigende Fläche bei den Werkstätten. Dass ein Rückgang der Personalkosten Overhead zu verzeichnen ist bei einem Anstieg des öffentlichen Verkehrs (Anstieg der vom OeV benutzten Verkehrsfläche), bei steigender Anzahl operativer Mitarbeiter oder dem Anstieg des Durchschnittsalters der Kunstbauten, lässt sich nur erahnen und ist weniger offensichtlich. Es lässt sich im Ansatz dadurch begründen, dass sich beim öffentlichen Verkehr Skaleneffekte in der Bearbeitung einstellen (wahrscheinlich?); dass das Mehr an operativer Mitarbeiter eine Entlastung für administrative Arbeiten zur Folge haben kann. Gerade hier wäre es hilfreich weitere Daten zu erfassen und auszuwerten, um ein besseres Verständnis für die Daten zu erhalten.

5.4.3.1.7 Fahrzeug Betriebs- und Unterhaltskosten

In den folgenden Abschnitten werden für die Fahrzeuge Modelle für die Betriebs- und Unterhaltskosten beschrieben.

5.4.3.1.7.1 Fahrzeugkosten (2.6.1/2)

Für die Fahrzeugkosten geht aus der Modellauswahl das Modell 11 hervor. Dieses wird wie in Tabelle 42 gezeigt und anschliessend beschrieben.

Tabelle 42: Ausgewähltes Modell für Betriebs- und Unterhaltskosten Fahrzeuge entwickelt aus Daten von 25 Gemeinden

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
11 (Konstante)	1'572'891.79	528'497.99		2.98	0.01
31	3.11	0.72	0.53	4.33	0.00
39	6'774.32	1'173.07	0.68	5.78	0.00
41	1'147.76	269.23	0.39	4.26	0.00
42	-6'725.52	2'783.02	-0.36	-2.42	0.03
44	-1'573'397.47	530'153.22	-0.28	-2.97	0.01

Legende:

- 31 = 2.3.1 Total Personalaufwand Zeit Betrieb und Unterhalt
- 39 = 2.5.1 Anzahl Fahrzeuge (ohne Reinigungsfahrzeuge)
- 41 = 2.5.3 Anzahl Geräte
- 42 = 2.5.4 Anzahl Schneepflüge
- 44 = 2.6.3 Anteil Eigentum der Fahrzeuge

Die Koeffizienten aus dem Regressionsmodell (B) zeigen, wie der Output (Kosten) in Relation zum Input (Parameter) steht. In diesem Fall steigen die Betriebs- und Unterhaltskosten für Fahrzeuge und Geräte, wenn der Gesamtaufwand Personal (Zeit) für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung ansteigt, die Anzahl Fahrzeuge und Geräte ansteigt. Es zeigt ebenfalls, dass die Kosten sinken würden, wenn die Anzahl Schneepflüge und der Anteil Eigentum an den Fahrzeugen steigen würde. Die relative Wichtigkeit dieser Parameter, angezeigt durch den standardisierten Koeffizient, zeigt, dass die Anzahl Fahrzeuge den grössten Einfluss auf die Fahrzeugkosten hat, gefolgt von gesamtem Personalaufwand (Zeit), der Anzahl Geräte, der Anzahl Schneepflüge und dem Anteil Eigentum an den Fahrzeugen. Alle Koeffizienten der Parameter sind signifikant verschieden von 0. Das Modell ist ebenfalls statistisch signifikant (F: 21.9147; Sig. 0.000 bestimmt durch die Varianzauswertung ANOVA).

Das positive Vorzeichen für die Parameter Gesamtaufwand Zeit für das Personal des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung, der Anzahl Fahrzeuge und Geräte ist nachvollziehbar, denn hier darf angenommen werden, dass die Kosten für den Betrieb und den Unterhalt von Fahrzeugen und Geräten dadurch steigen. Allenfalls muss in Erwägung gezogen werden, ob der Unterhalt der Fahrzeuge durch interne Angestellte kostengünstiger zu bewerkstelligen ist, wie durch Vergabe an Dritte. Ein Indiz hierfür ist, dass die Kosten bei einer steigenden Anzahl Schneepflüge oder mehr Anteil Eigentum an den Fahrzeugen sinken. Dies ist mit mehr Daten und einer weiterführenden Auswertung zu verifizieren. Weitere Daten liessen zudem ein besseres Verständnis für diesen Kostentyp zu.

5.5 Bestimmung der Leistungsindikatoren

Die Leistungsindikatoren (PIs) für jede Kostenkategorie und jeden Kostentyp wurden aus der Regressionsanalyse abgeleitet²¹. Diese basierte auf den zuvor ermittelten Leistungsmessgrößen (PMs).

Die Leistungsmessgrößen (PMs) aus den ausgewählten Regressionsgleichungen²² wurden zu den Leistungsindikatoren für die jeweiligen Kostenkategorie und die Kostentypen. Diese Leistungsindikatoren werden verwendet zur Messung der Effizienz²³ und der Leistung²⁴ der Gemeinden und Privatbahn. Zusätzlich bilden sie die Basis zur Bestimmung der Schlüsselleistungsindikatoren (siehe Kapitel 5.6).

5.5.1 Schritte

Die Schritte zur Festlegung der Leistungsindikatoren

- 1) Sichtung der Daten der Fragebogen zur Identifikation von potenziellen Leistungsmessgrößen (Auswahl der Leistungskennzahlen für jede Kostenkategorie und jede Kostenstruktur) (Kapitel 5.3)
- 2) Verwendung der Regressionsauswertung für jede Kostenkategorie und jeden Kostentyp unter Verwendung der ausgewählten Leistungsmessgrößen (Kapitel 5.4)
- 3) Auswahl der Regressionsgleichung für jede Kostenkategorie und jeden Kostentyp (Kapitel 5.4)
- 4) Verwendung der Leistungsmessgrößen aus den ausgewählten Regressionsgleichungen als Leistungsindikatoren zur Entwicklung der Schlüsselleistungsindikatoren KPIs

Wenn die Anwendung der Regressionsanalyse nicht möglich war (beispielsweise infolge ungenügender Anzahl Daten oder sehr beschränkter Anzahl Beobachtungen), basiert die Auswahl der Leistungsindikatoren auf den Leistungsmessgrößen, welche im Schritt 1 identifiziert bzw. bestimmt wurden. Die Auswahl der Schlüsselleistungsindikatoren basiert in aller Regel auf dem Gemeinsinn kombiniert mit Fachwissen. Als Beispiel: aus der Regressionsanalyse geht hervor, dass der Personalaufwand (Zeit), die Betriebsstunden der Fahrzeuge und der durchschnittliche Zustand der Gemeindestrassen im Bereich der Personalkosten des kleinen baulichen Unterhalts massgebend kostenrelevant sind. Diese Leistungsindikatoren wurden anschliessend einer Fachprüfung unterzogen. Dabei wurden Elemente, welche nicht beeinflussbar sind, eliminiert und nicht als Schlüsselleistungsindikatoren eingestuft.

Diese Vorgehensschritte sind in der Abbildung 12 zusammengefasst.

²¹ unter Verwendung der Rückwärts-Eliminations-Technik

²² Die ausgewählten Regressionsmodelle werden die Kostenmodelle, welche für die Kostenschätzung verwendet werden können.

²³ Effizienz ist definiert als das Verhältnis aus Ertrag und Aufwand (traditionellerweise) in Bezug zur Produktivität.

²⁴ In Verbindung zur Qualität des Ertrages (beispielsweise erreichtes Leistungsniveaus für einen gegebenen Aufwand).

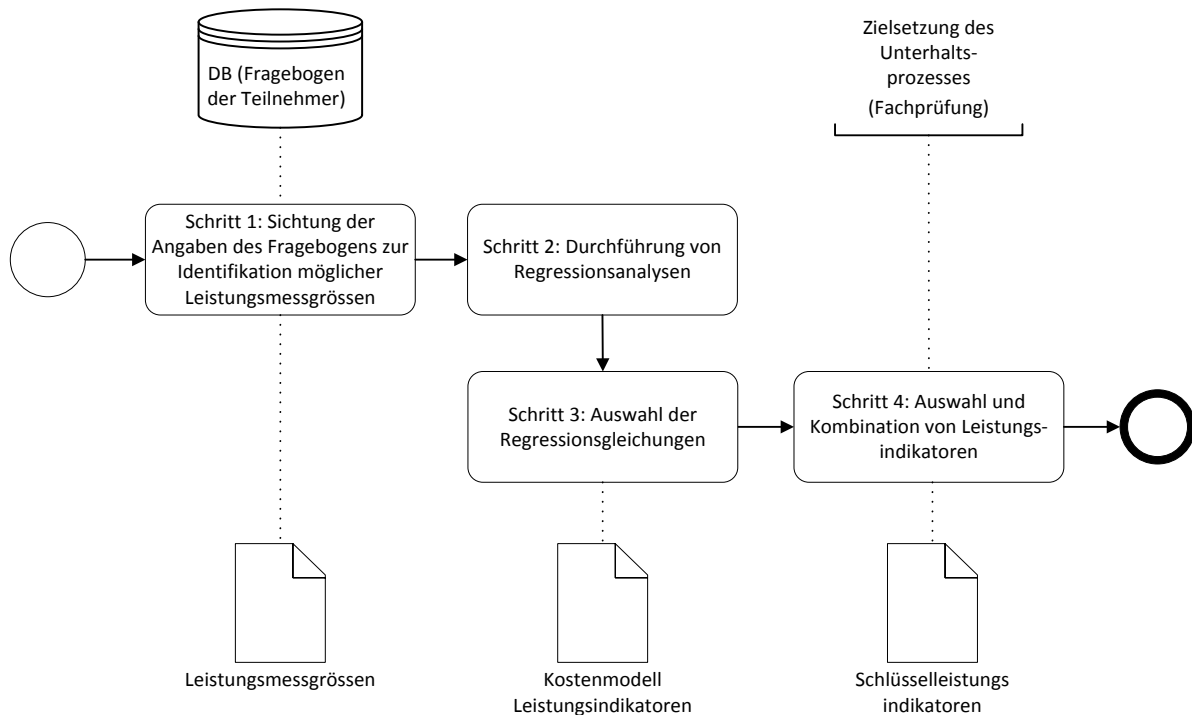


Abbildung 12: Vorgehensschritte für die Herleitung der Leistungsindikatoren und Schlüsselleistungsindikatoren in Verbindung mit Aufwand und Ertrag

5.5.2 Gemeinden

Im Beispiel des Kapitels Umsetzung (5.4.2) sind die Leistungsmessgrößen aus den ausgewählten Regressionsmodellen²⁵ zugleich die Leistungsindikatoren. Aus dem obigen Beispiel geht hervor, dass diese Leistungsindikatoren in Verbindung mit den Personalkosten für Reinigung im Modell ID 9 abgebildet sind (vgl. Tabelle 43). Mit anderen Worten, die massgebenden Treiber für die Personalkosten Reinigung sind folgende Indikatoren: Personalaufwand Zeit Reinigungskräfte (2.3.3), Anzahl Betriebsstunden (2.7.3), AdjustedCleanedArea (4.1.1/4), und Anzahl Abfalleimer&Robi-Dog (5.4.5/6). Somit können diese Indikatoren zur Leistungsbetrachtung bei einer Gemeinde herangezogen werden – in diesem Fall für die Kostenkategorie Reinigung.

Tabelle 43: Ausgewähltes Modell für die Kostenschätzung Reinigungspersonal und zugehörige Leistungsindikatoren

	Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
		B	Std. Fehler	Beta		
9	(Konstante)	5'709.74	17'891.96		0.32	0.75
	Personalaufwand (Zeit) Reinigung	52.16	4.02	0.76	12.98	0.00
	Anzahl Betriebsstunden	41.54	9.95	0.18	4.18	0.00
	AdjustedCleanedArea	0.01	0.00	0.25	3.95	0.00
	Anzahl Abfalleimer&Robi-Dog	-333.67	111.13	-0.14	-3.00	0.01

Durch die Verwendung desselben Verfahrens für die verschiedenen Kostenkategorien und Kostentypen können die Leistungsindikatoren bestimmt werden. Die Leistungsindikatoren der untersuchten Daten sind in der Tabelle 44 und Tabelle 45 zusammengefasst.

²⁵ Diese Modelle bilden die Basis für die Entwicklung der Kostenmodelle

Tabelle 44: Leistungsindikatoren für Kosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung der Gemeindestrassen abgeleitet aus den ausgewählten Modellen für jede Kostenkategorie und jeden Kostentyp (Teil 1)

Kostenkategorie	Personalkosten (2.2.x)		Sach- und Materialkosten (2.8.x)	
	Fragebogen Nr.	Beschrieb	Fragebogen Nr.	Beschrieb
Kleiner baulicher Unterhalt	2.3.2	Personalaufwand (Zeit) kleiner baulicher Unterhalt	2.5.1	Anzahl Fahrzeuge (ohne Reinigungsfahrzeuge)
	2.7.1	Betriebsstunden Fz	4.7.1	Leistungsniveau Erledigung sofort
	3.2.1	Zustand 10 Verkehrsfläche Durchschnitt	4.7.2	Leistungsniveau Erledigung planbar
	2.3.3	Personalaufwand (Zeit) Reinigung	1.6.2.1/4&1.7.3	Total Fläche Kunstbaute
	2.7.3	Anzahl Betriebsstunden	1.8.3	Laufmeter Entwässerungsninner (oberirdisch)
	4.1.1/4	Gesamte gereinigte Fläche (AdjustedCleanedArea)		
Reinigung	5.4.5/6	Anzahl Abfallimer&Robi-Dog		
	2.3.4	Personalaufwand (Zeit) Grünpflege		
Grünpflege	5.6.1	Grünfläche im Strassenraum	5.6.1	Grünfläche im Strassenraum
	1.2+1.3.1+1.4.1/2	Verkehrsfläche	5.6.2	Anzahl Bäume
Winterdienst	MueM	Meter über Meer	2.5.4	Anzahl Schneepflüge
	2.3.5	Personalaufwand (Zeit) Winterdienst	2.5.5	Anzahl Salzstreuer
	2.5.4	Anzahl Schneepflüge		
	2.5.5	Anzahl Salzstreuer		
	6.2.2	Anzahl Tage mit T < 0°C		
	6.3	Anzahl Frostwechsel		
	6.5	Schneefall: Anzahl Tage mit mehr als 1 cm Neuschnee		
	1.1	Laufmeter Strassennetz	5.1.1	Anzahl Strassenbeleuchtung
	2.3.6	Personalaufwand (Zeit) tech. Dienst und Beleuchtung		
	1.13.2	OeV: Strassenfläche mit Busverkehr		
Overhead (Führung, Controlling, Administration)	1.17.2	Strassenuntergrund (1 - 3 Netzwerke)		
	2.1.1	Anzahl operative MA Betrieb und Unterhalt		
	2.3.7-2.3.9	Personalaufwand (Zeit) OH		
	3.1.1	Alter der Verkehrsfläche Durchschnitt Strassen		
	3.2.1	Zustand 10 Verkehrsfläche Durchschnitt		
	3.3.1/5	Durchschnittsalter Kunstbaute		
	5.7.2	Fläche Werkstätten		

Kapitel 5 - Datenauswertung

Tabelle 45: Leistungsindikatoren für Kosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung der Gemeindestrassen abgeleitet aus den ausgewählten Modellen für jede Kostenkategorie und jeden Kostentyp (Teil 2)

Kostenkategorie	Fremdkosten (2.4.x)		Kostentyp	
	Fragebogen Nr.	Beschrieb	Fragebogen Nr.	Beschrieb
Kleiner baulicher Unterhalt	2.5.1	Anzahl Fahrzeuge (ohne Reinigungsfahrzeuge)		
	1.8.2	Laufmeter Entwässerungsleitungen		
	1.8.3	Laufmeter Entwässerungsrinnen (oberirdisch)		
Reinigung				
Grünpflege	5.6.1	Grünfläche im Strassenraum		
	1.2+1.3+1.4.1/2	Verkehrsfläche		
	6.2.2	Anzahl Tage mit T < 0°C		
Winterdienst	6.3	Anzahl Frostwechsel		
	6.5	Schneefall: Anzahl Tage mit mehr als 1 cm Neuschnee		
Tech. Dienste und Beleuchtung	1.1	Laufmeter Strassennetz		
	5.1.1	Anzahl Strassenbeleuchtung		
Fahrzeug Betriebs- und Unterhaltskosten			2.3.1	Total Personalaufwand Zeit Betrieb und Unterhalt
			2.5.1	Anzahl Fahrzeuge (ohne Reinigungsfahrzeuge)
			2.5.3	Anzahl Geräte
			2.5.4	Anzahl Schneepflüge
			2.6.3	Anteil Eigentum der Fahrzeuge

5.5.3 Privatbahnen

Leistungsindikatoren für die Privatbahnen konnten nicht aus der Regressionsanalyse abgeleitet werden, da die Datensätze limitiert waren, sowohl in der Anzahl wie auch in der Vollständigkeit fehlen Angaben. Aus diesem Grund wurden die Leistungsindikatoren aus möglichen Leistungsmessungen gewählt, welche aufgrund von Einschätzungen aus den bestehenden Unterlagen basiert (vgl. Schritt 1 in Kapitel 5.5.1). Die Einschätzung basiert auf Analogieschlüssen aus dem Kapitel der Gemeindestrassen. Mit einer Weiterführung der Datensammlung und der entsprechenden Auswertung kann getätigte Einschätzung durch Resultate aus der Auswertung ersetzt und somit bestätigt oder revidiert werden.

5.6 Bestimmung der Schlüsselleistungsindikatoren

Zur Bestimmung der Schlüsselleistungsindikatoren wurde auf die Regressionsanalyse zurückgegriffen. Diese nutzte die der Auswertung der Daten aus den Fragebogen. Der Fokus lag bei den Schlüsselleistungsindikatoren auf der Wirkung auf die Kosten und der Zielsetzung für nutzerorientierten Benchmarks. Wenn die Regressionsanalyse nicht verwendet werden konnte (beispielsweise infolge fehlender oder unvollständiger Daten), wurden der Gemeinssinn und die Fachmeinung des Projektteams für die Auswahl der wichtigen Leistungsindikatoren verwendet.

Die Leistungsindikatoren ergaben sich aus der Analyse gemäss den Schritten 2 und 3 des vorangehenden Kapitels. Daraus abgeleitet wurden die Schlüsselleistungsindikatoren aus diejenigen Leistungsindikatoren mit einem entsprechenden hohen Bestimmtheitsmass R^2 oder durch die Fachmeinung abgeleitet. Die Fachmeinung wurde insbesondere dann zu Hilfe gezogen, wenn aus der statistischen Analyse keine Resultate entstanden bzw. um die Resultate aus der Auswertung zu verifizieren, ob diese auch fachlich zielführend Resultate ergaben. Im konkreten Fall ergab dies für die teilnehmenden Organisationen.

5.6.1 Gemeinden

Aus den ausgewählten Leistungsindikatoren (vgl. Tabelle 44/Tabelle 45) wurden die folgenden Schlüsselleistungsindikatoren in Bezug auf die Kostenkategorien für die Gemeindestrassen ermittelt.

Es sei an dieser Stelle nochmals wiederholt. Die Regressionsanalyse führt zu einem Set von Leistungsindikatoren. Diese sind statistisch erhoben. Ihre Wirkung auf die Kosten der einzelnen Kostenkategorien ist sehr differenziert und von unterschiedlicher Gewichtung. Aus diesem Grund wurden aus besagtem Set (vgl. Tabelle 44/Tabelle 45) die Leistungsindikatoren anhand des Bestimmtheitsmasses erneut überprüft. In der folgenden Aufstellung sind die ermittelten Schlüsselleistungsindikatoren für die Kostenkategorien der Gemeindestrassen aufgeführt und begründet.

Schlüsselleistungskategorie kleiner Baulicher Unterhalt

Tabelle 46 zeigt den Schlüsselleistungskategorie für den kleinen baulichen Unterhalt inklusive Begründung.

Tabelle 46: Schlüsselleistungskategorie kleiner baulicher Unterhalt

Schlüsselleistungskategorie	Begründung
Personalaufwand (Zeit) kleiner baulicher Unterhalt (2.3.2)	Der Personalaufwand wirkt sich unmittelbar auf die Kosten im kleinen baulichen Unterhalt aus. Veränderungen an diesem Faktor führen proportional zu Veränderungen in den Kosten.

Die Arbeiten beim kleinen baulichen Unterhalt sind in den verschiedenen Gemeinden zumeist identisch oder grundsätzlich sehr ähnlich. Dennoch sind erhebliche Unterschiede festzustellen.

Ausreisser sind beispielsweise auf einen unterschiedlichen Outsourcinggrad zurück zu führen. Dies zeigt sich, da sämtliche Kosten für den kleinen baulichen Unterhalt summiert werden. Dennoch zeigt der allgemeine Trend, dass der Stundenaufwand massgebend für die Kosten verantwortlich ist (Abbildung 13).

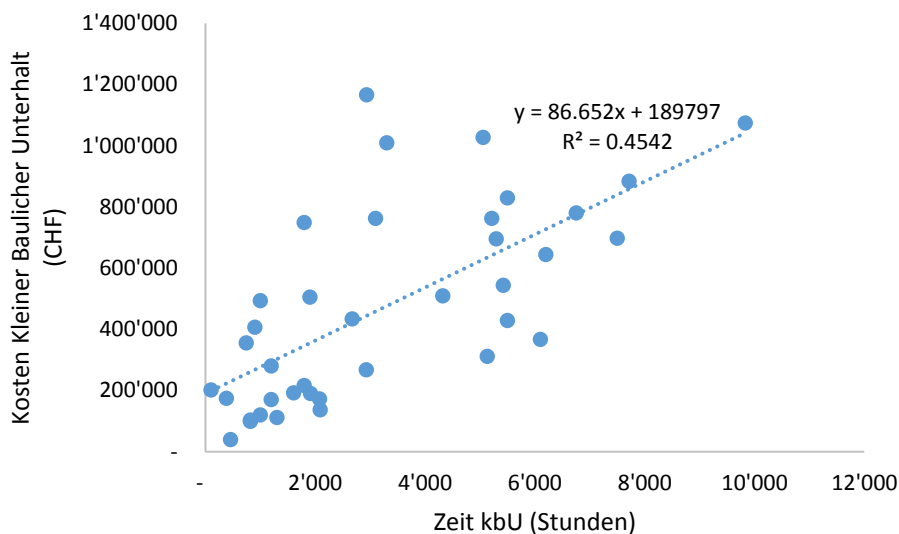


Abbildung 13: Verhältnis zwischen Kosten Kleiner Baulicher Unterhalt und Zeit kleine baulicher Unterhalt (kbU)

Schlüsselleistungsindikatoren Reinigung

Tabelle 47 zeigt die Schlüsselleistungsindikatoren für die Reinigung inklusive Begründung.

Tabelle 47: Schlüsselleistungsindikatoren Reinigung

Schlüsselleistungsindikator	Begründung
Personalaufwand (Zeit) Reinigung (2.3.3)	Der Personalaufwand wirkt sich linear auf die Kosten bei der Reinigung aus. Veränderungen an diesem Faktor führen unmittelbar zu Veränderungen in den Kosten.
Anzahl Betriebsstunden Wischfahrzeug (2.7.3)	Zum einen sind die Betriebsstunden Wischfahrzeug unmittelbar an einen Mitarbeiter gebunden, zudem zeigt es auf, wieviel dieses im Einsatz steht vgl. Einsatz der Ressource Mitarbeiter.
AdjustedClearedArea ²⁶ (4.1.1/4)	Die normalisierte gereinigte Fläche ist ein Zeiger für das Leistungsniveau der zu reinigenden Fläche. Hier kann unmittelbar geändert werden.
Anzahl Abfalleimer & Robi-Dog (5.4.5/6)	Die Anzahl Abfalleimer (inkl. Robi-Dog Behälter) hat in Abhängigkeit mit dem Leerungsintervall einen direkten Einfluss auf die Ressource Mitarbeiter.

Die Reinigungskosten korrelieren mit zunehmenden Stunden relativ gut ($R^2 = 0.834$) (Abbildung 14).

²⁶ AdjustedClearedArea steht für eine Normalisierung der gereinigten Fläche Aufgrund der Angaben zum Reinigungsintervall wurde für alle Gemeinde eine einheitliche Hochrechnung für das Jahr gemacht.

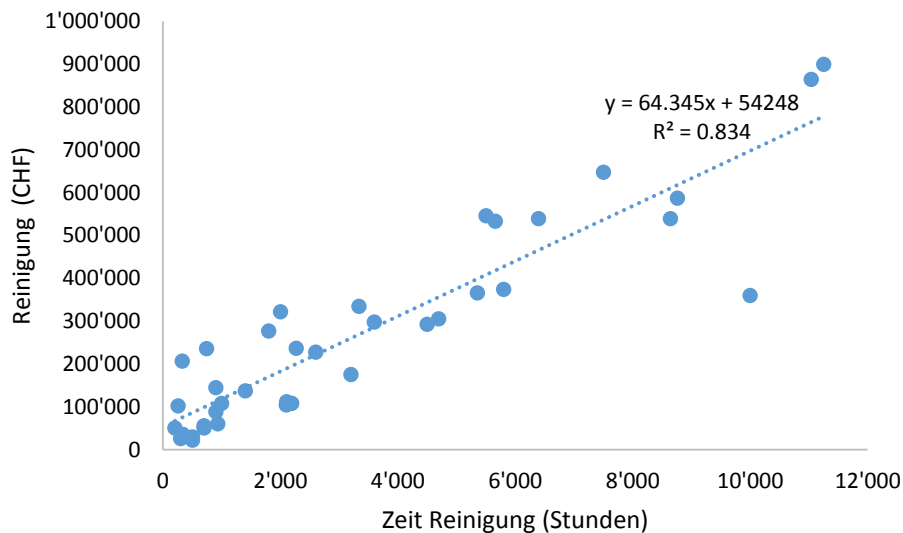


Abbildung 14: Verhältnis zwischen Kosten Reinigung und Zeit Reinigung

Eine Korrelation der Betriebsstunden der Wischfahrzeuge mit den Gesamtkosten Reinigung ist feststellbar (Datenpunkte von links unten Richtung Rechtsoben - Abbildung 15). Diese Angaben können als Leistungsindikator herangezogen werden. Dennoch sind in dieser Auswertung immer noch erhebliche Unterschiede feststellbar. Dies bestärkt eine vertiefte Analyse im Bereich der Reinigung, da diese nicht nur auf den Einsatz von Wischfahrzeugen zurückzuführen ist, insbesondere wenn der manuelle Reinigungseinsatz einen entsprechenden Umfang einnimmt, weil Fahrzeuge nicht eingesetzt werden können.

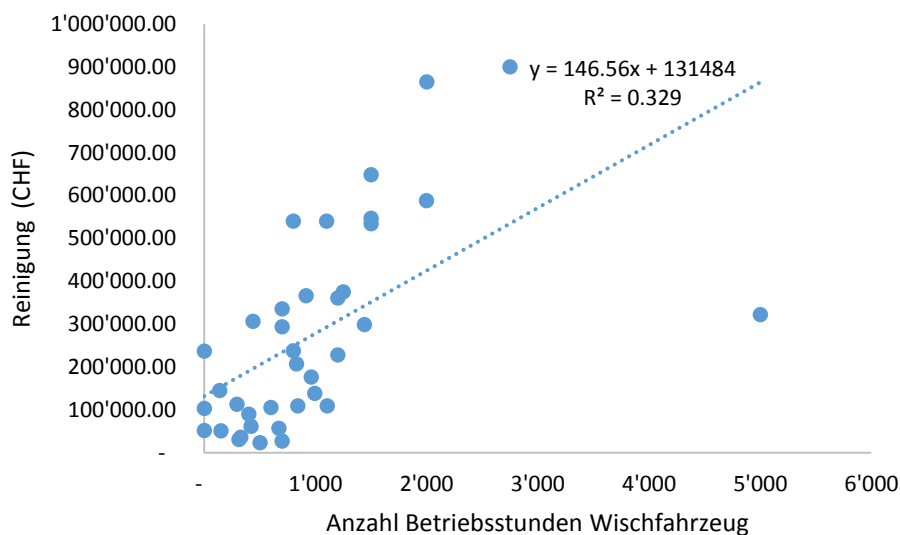


Abbildung 15: Verhältnis zwischen Kosten Reinigung und Anzahl Betriebsstunden Wischfahrzeug

Ob eine grosse Fläche gereinigt wird, oder ob die zu reinigende Fläche eher gering ist, es lässt sich weder allgemein noch im Speziellen ein absoluter Trend feststellen. Durch die Gruppierung der Datenpunkte ist zu prüfen, ob eine Gruppierung der Gemeinden nach der gereinigten Fläche in Betracht zu ziehen ist (Abbildung 16). Im Weiteren ist zu untersuchen, wie zentral oder dezentral die zu reinigenden Flächen gelegen sind. Die Unterschiede sind beträchtlich und bedürfen einer vertieften Analyse.

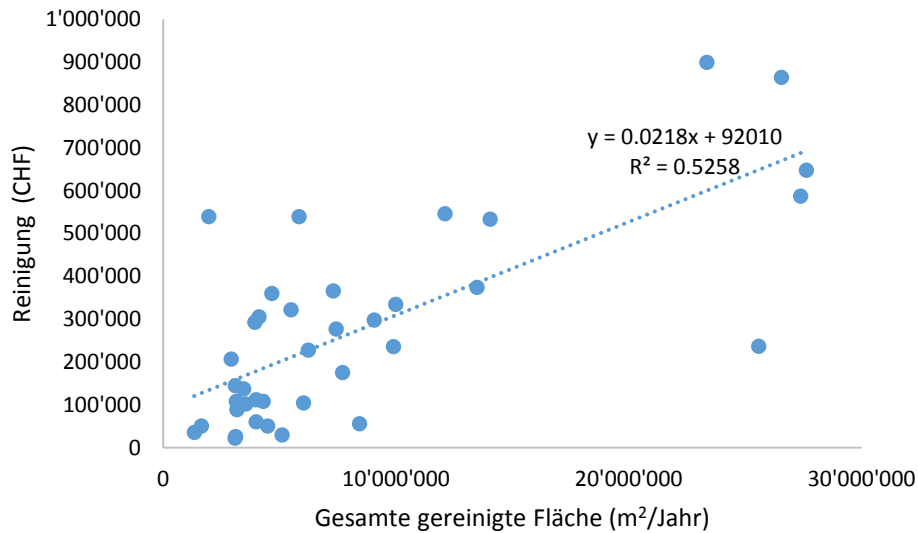


Abbildung 16: Verhältnis zwischen Kosten Reinigung und der normalisierten, effektiv gereinigten Fläche (total m² pro Jahr)

Für die Gesamtkosten Reinigung ist die Anzahl Abfalleimer und Robidog nicht die treibende Kraft. Es ist aber ein allgemeiner Trend erkennbar, dass die Anzahl der Entsorgungsbehältnisse die Kosten steigernd beeinflussen kann. Dies steht in starker Verbindung mit dem Personalaufwand (Abbildung 17).

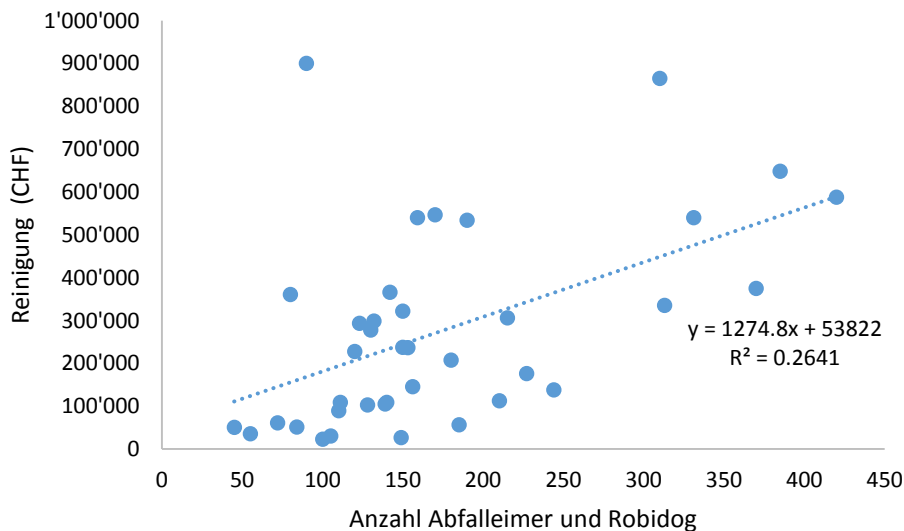


Abbildung 17: Verhältnis zwischen Kosten Reinigung und Anzahl Abfalleimer und Robidog

Wie im vorangehenden Beispiel ist zu prüfen, ob eine Gruppierung der Gemeinden bezüglich der Anzahl Abfalleimer und Robidogs in Frage kommt. Hierzu vergleiche man die Datenpunkte Gemeinden mit 50 bis ca. 250 Abfalleimern und der Gruppe zwischen 300 und 450 Abfalleimer.

Schlüsselleistungsindikatoren Grünpflege

Tabelle 48 zeigt die Schlüsselindikatoren für die Grünpflege inklusive Begründung.

Tabelle 48: Schlüsselleistungsindikator Grünpflege

Schlüsselleistungsindikator	Begründung
Personalaufwand (Zeit) Grünpflege (2.3.4)	Der Personalaufwand wirkt sich unmittelbar auf die Kosten bei der Grünpflege aus. Veränderungen an diesem Faktor führen linear zu Veränderungen in den Kosten.
CombinedFläche Grünpflege (4.4.1/3)	Die normalisierte Grünfläche (Grünfläche, welche jährlich effektiv bewirtschaftet wird). Eine Veränderung des Leistungsniveaus führt zu einer linearen Veränderung in den Kosten für die Grünpflege.
Grünfläche im Strassenraum (5.6.1)	Die Veränderung der effektiven Grünfläche kann ebenfalls in eine lineare Veränderung von Kostengrünpflege führen.

Die Grünpflegekosten korrelieren mit zunehmenden Stunden relativ gut ($R^2 = 0.7755$). Der Ausreiser bei 4'000 Stunden ist im Auge zu behalten, ob dieser sich in einer Form bestätigt, oder allenfalls durch einen Messfehler erklären lässt (Abbildung 18).

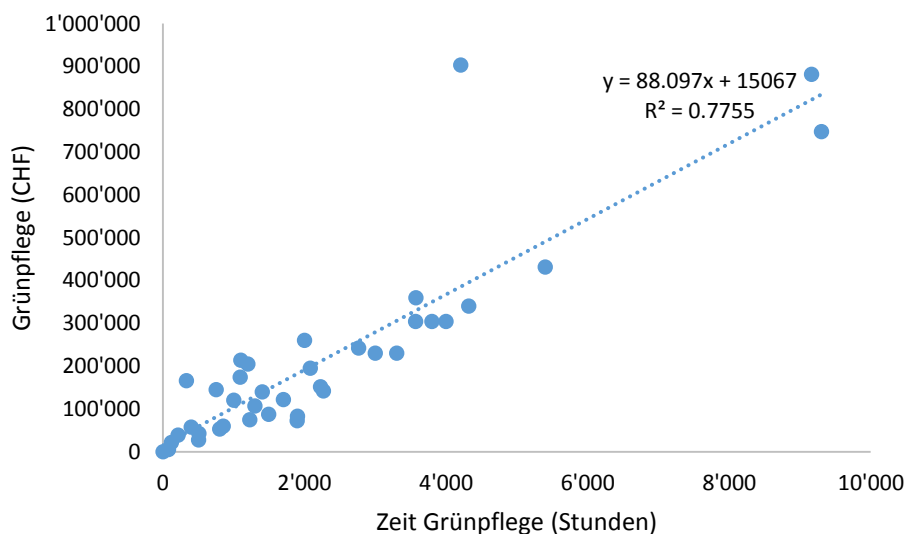


Abbildung 18: Verhältnis zwischen Kosten Grünpflege und Zeit Grünpflege

Bei der normalisierten Grünfläche, welche eine Grünpflege erfährt, ergeben sich sehr heterogen verteilte Gesamtkosten für die Grünpflege. Insbesondere bei Flächen bis knapp 70'000 m² weisen die Gemeinden sehr grosse Streuungen bei den Kosten auf. Eine Tendenz zeigt zudem, dass mit zunehmender Fläche der Anstieg nicht linear erfolgt. Es stellen sich in Bezug auf Gesamtkosten und normalisierte Grünflächen gewissermassen Skaleneffekte ein (Abbildung 19). Im Weiteren ist zu prüfen, wie zentral oder dezentral die zu pflegenden Grünflächen gelegen sind.

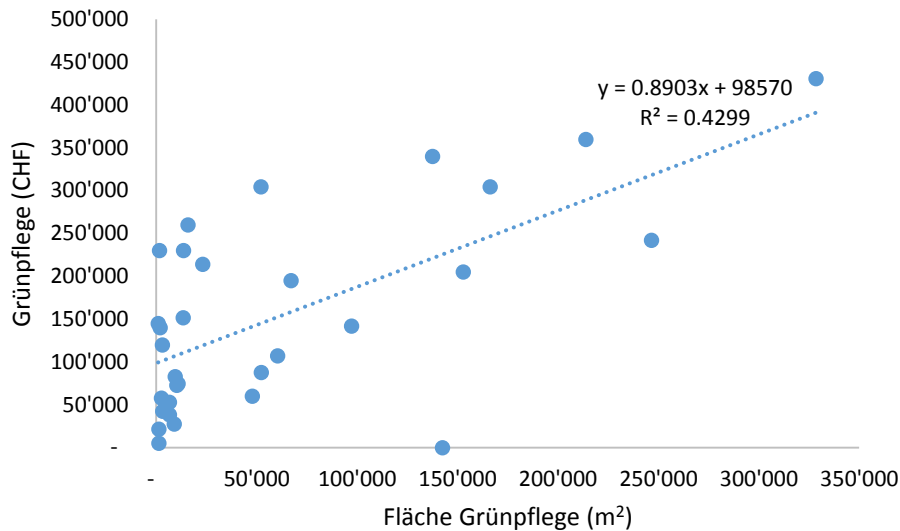


Abbildung 19: Verhältnis zwischen Kosten Grünpflege und Fläche Grünpflege – ohne Ausreisser

Insbesondere die Werte bei sehr kleiner Fläche gilt es zu prüfen, ob es sich um fehlerhafte Daten handelt, oder ob spezielle Massnahmen in der Grünpflege zu solchen Unterschieden führten.

Es ist zudem zu erwähnen, dass die extremsten Ausreisser (Fläche unter 20'000 m² und Kosten um 900'000.- CHF) nicht in der Abbildung aufgeführt sind.

Bei der Grünpflege in Bezug auf die Fläche im Strassenraum sind erhebliche Unterschiede feststellbar. Analog zur Relation zu den effektiv gepflegten Grünflächen sind insbesondere bei kleineren Grünflächen die Unterschiede ausgeprägt. Dies muss auf verschiedene Gründe zurückgeführt werden: zum einen durch unterschiedlich erhobene Flächenzahlen oder einer Schärfung der Definition und Definition der Grünflächen (Abbildung 20).

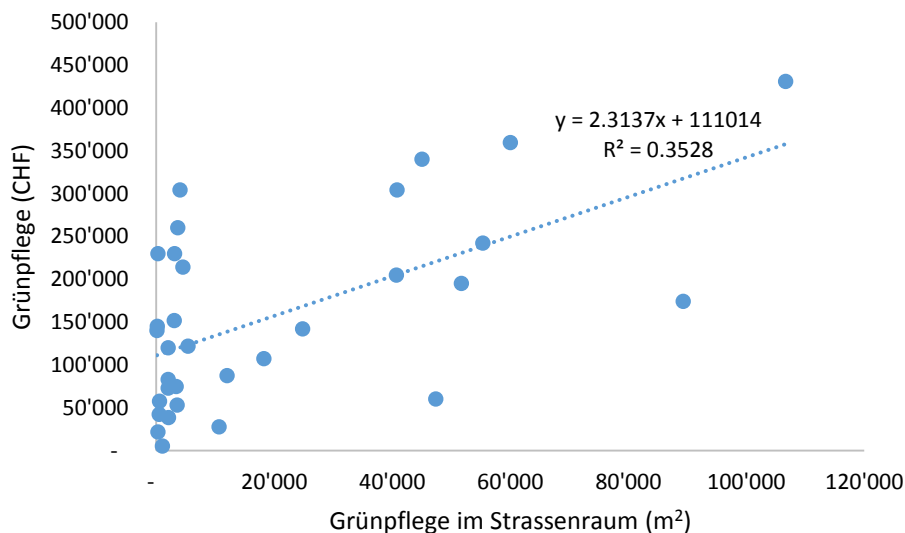


Abbildung 20: Verhältnis zwischen Kosten Grünpflege und Grünfläche im Strassenraum – ohne Ausreisser

Schlüsselleistungsindikatoren Winterdienst

Tabelle 49 zeigt die Schlüsselleistungsindikatoren für den Winterdienst inklusive Begründung.

Tabelle 49: Schlüsselleistungsindikator Winterdienst

Schlüsselleistungsindikator	Begründung
Personalaufwand (Zeit) Winterdienst (2.3.5)	Der Personalaufwand (Zeit) wirkt sich unmittelbar auf die Kosten beim Winterdienst aus. Veränderungen an diesem Faktor führen zu einer linearen Veränderung in den Winterdienst Kosten.
Salzverbrauch (2.8.8)	Die Winterdienstkosten steigen linear zum Salzverbrauch. Allenfalls sind Skaleneffekte zu verzeichnen, wenn Grossmengen eingekauft werden können.

Die einzelne Gemeinde mit über 20'000 Std. Winterdienst kann als Ausreisser bezeichnet werden. Die übrigen Datenpunkte der Gemeinden haben eine geringere Streuung. Dennoch gibt es auch bei diesen Gemeinden erhebliche Kostenunterschiede in Bezug auf dem Verhältnis Kosten zu Personalstunden (Abbildung 21).

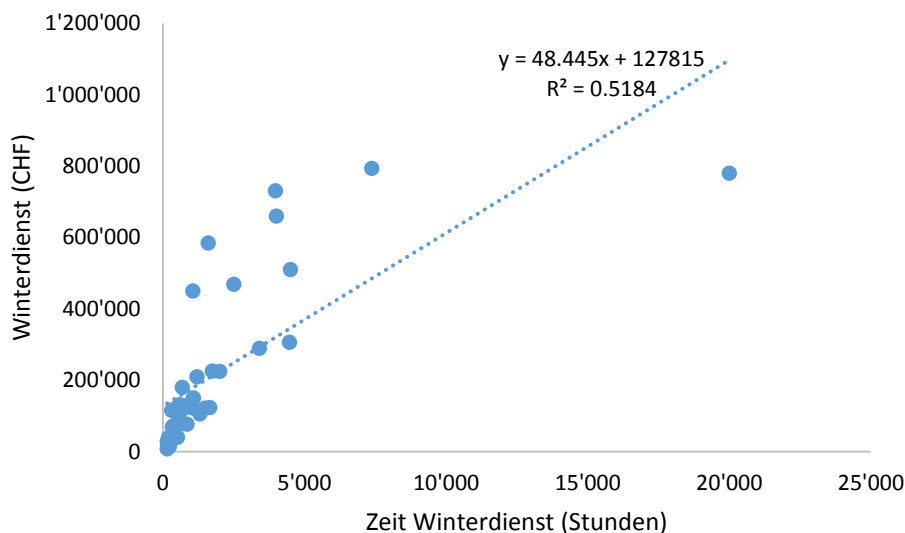


Abbildung 21: Verhältnis zwischen Kosten Winterdienst und Zeit Winterdienst

Der Einsatz anderer Mittel für die Eisbekämpfung (beispielsweise Sole oder Eisbekämpfung von Hand) hat einen Einfluss auf die Salzmenge und somit auch die Winterdienstkosten. Dies ist zu überprüfen bei den Gemeinden mit hohen Kosten aber geringem Salzverbrauch (Datenpunkte oben links) (Abbildung 22).

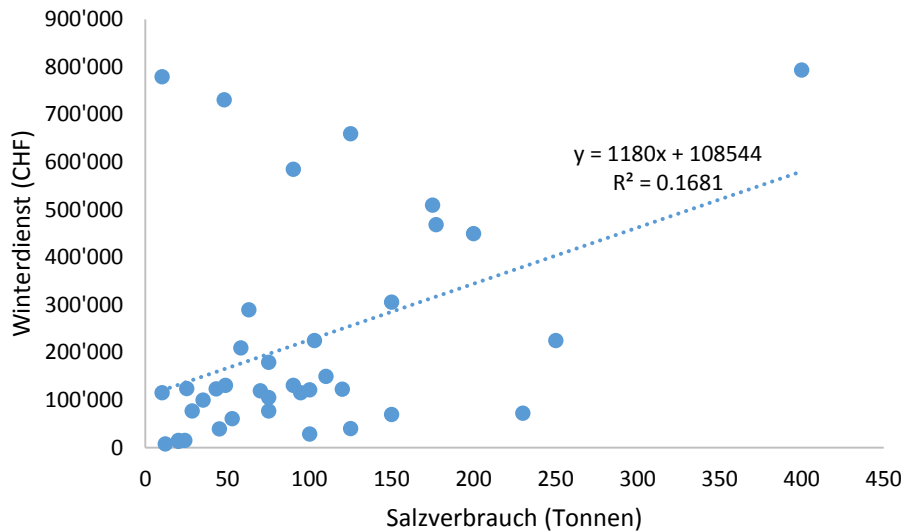


Abbildung 22: Verhältnis zwischen Kosten Winterdienst und Salzverbrauch

Schlüsselleistungsindikator Tech. Dienste / Strassenbeleuchtung

Tabelle 50 zeigt den Schlüsselindikator für den technischen Dienst inklusive Begründung.

Tabelle 50: Schlüsselleistungsindikator technische Dienste / Strassenbeleuchtung

Schlüsselleistungsindikator	Begründung
Anzahl Strassenbeleuchtung (5.1.1)	Der Elektrizitätsverbrauch und die Aufwendungen für die Instandhaltung steigen mit zunehmender Zahl an Beleuchtungspunkten.

Mit zunehmender Anzahl Strassenbeleuchtung gehen auch die Kosten für den technischen Dienst auseinander. Da in dieser Kostenkategorie unterschiedliche Elemente subsummiert sind, ist es nicht erstaunlich, dass vom Trend abweichende Ausreiser das Bild stark verfälschen (Abbildung 23).

Da die Auswertung auf einer sehr heterogenen Datenlage basiert, bei den technischen Diensten für künftige Untersuchungen zu prüfen, ob eine feinere Granularität bei der Datenerfassung angestrebt werden soll oder ob diese ungenaue Auswertung den Ansprüchen genügt.

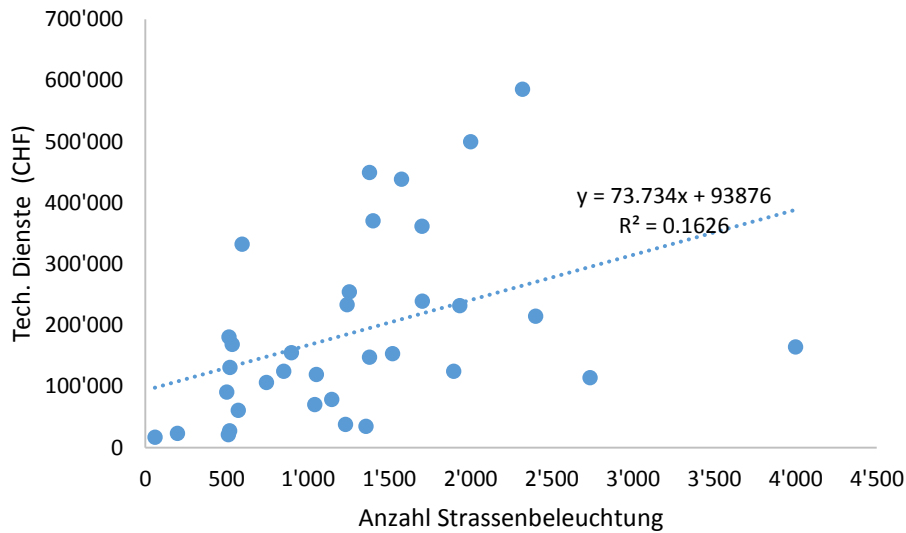


Abbildung 23: Verhältnis zwischen Kosten Tech. Dienste / Strassenbeleuchtung und Anzahl Strassenbeleuchtung

Schlüsselleistungsindikator Overhead Kosten

Tabelle 51 zeigt den Schlüsselindikator für die Overhead-Kosten inklusive Begründung.

Tabelle 51: Schlüsselleistungsindikator Overhead

Schlüsselleistungsindikator	Begründung
Personalaufwand (Zeit) Overhead (2.3.7/9)	Der Personalaufwand wirkt sich unmittelbar auf die Kosten des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung aus. Veränderungen an diesem Faktor führen zu einer linearen Veränderung der Kosten.

Auch beim Overheadaufwand korrelieren die Overheadkosten mit den Personalstunden relativ gut ($R^2 = 0.8865$). Die Overheadkosten sind zu einem grossen Teil direkt durch die Personalkosten beeinflusst sind, ist es nachvollziehbar, dass die Datenpunkte relativ gut korrelieren (Abbildung 24).

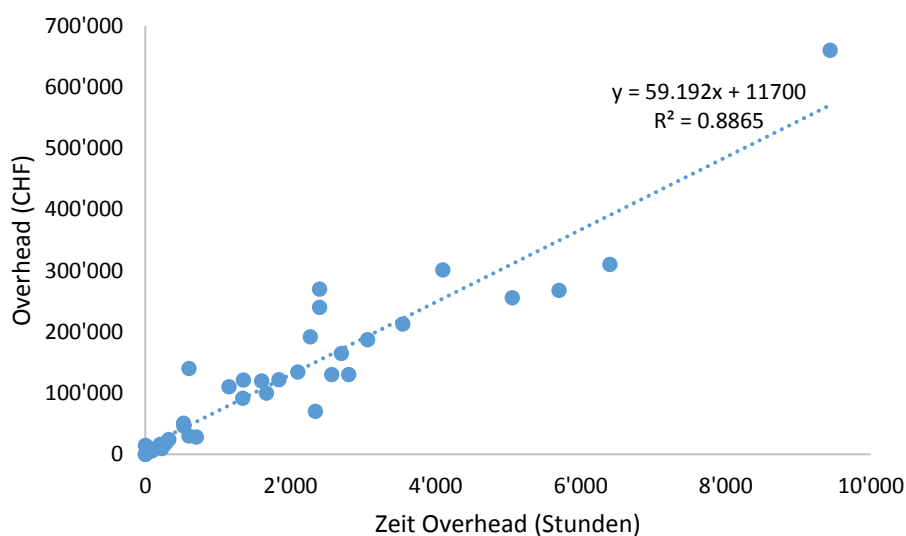


Abbildung 24: Verhältnis zwischen Kosten Overhead und Zeit Overhead

Schlüsselleistungsindikatoren Fahrzeuge und Geräte

Tabelle 52 zeigt die Schlüsselindikatoren für die Fahrzeugkosten inklusive Begründung.

Tabelle 52: Schlüsselleistungsindikator Fahrzeuge und Geräte

Schlüsselleistungsindikator	Begründung
Anzahl Fahrzeuge (ohne Reinigungsfahrzeuge) (2.5.1)	Die Anzahl der Fahrzeuge wirkt sich unmittelbar auf die Kosten im Fahrzeugunterhalt aus.
Anzahl Schneepflüge (2.5.4)	Die Anzahl Schneepflüge wirkt sich ebenfalls auf die Kosten des Fahrzeugunterhaltes aus.

Ein allgemeiner Trend ist erkennbar. Allerdings ist die Verteilung nicht sehr kongruent (Abbildung 25). Dies ist darauf zurückzuführen, dass Fahrzeuge und Geräte in einer Kostenkategorie zusammengefasst sind.

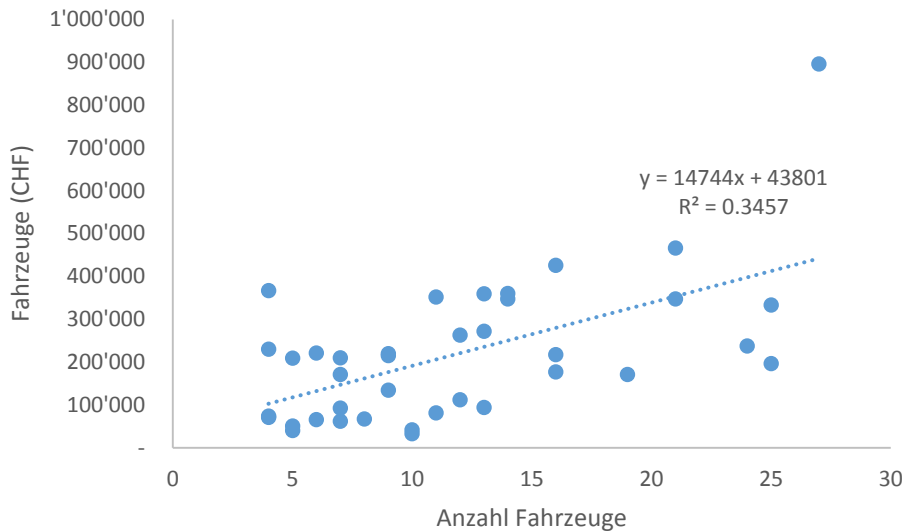


Abbildung 25: Verhältnis zwischen Kosten Fahrzeuge und Anzahl Fahrzeuge

Die Anzahl Schneepflüge ist stark in Gruppen zusammengefasst. Die einzelnen Gruppen werden nicht nur durch die Anzahl bestimmt, was sich zeigt, dass beispielsweise bei vier Pflügen die Kosten sich mit bis zu einem Faktor vier unterscheiden. Mit steigender Anzahl Datenpunkte kann unter Umständen eine Gruppierung erstellt werden (Abbildung 26).

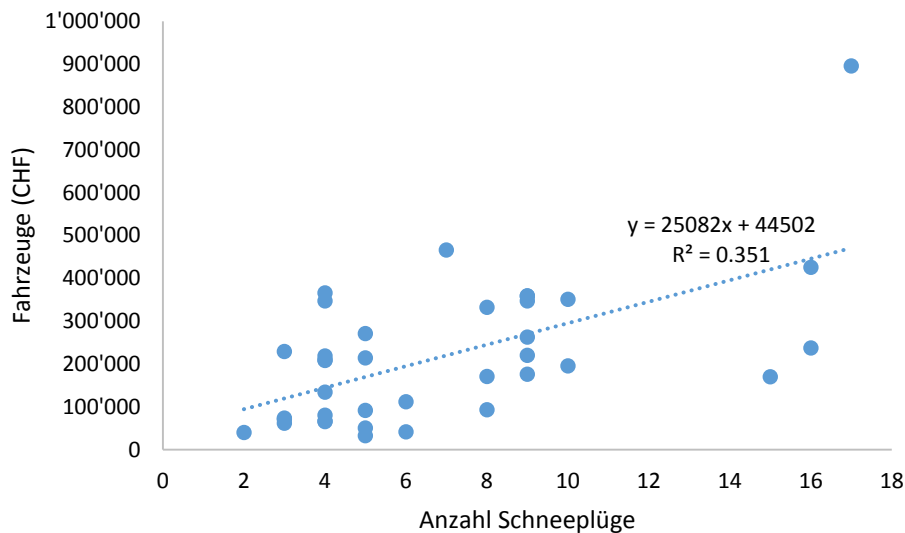


Abbildung 26: Verhältnis zwischen Kosten Fahrzeuge und Anzahl Schneepflüge

5.6.2 Privatbahnen

Die Schlüsselleistungsindikatoren für die Überwachung und die Instandhaltung bei den Privatbahnen konnte nicht aus der Regressionsanalyse hergeleitet werden. Hierzu war der Datensatz für die Auswertung zu limitiert. Aus diesem Grund wurde aus den möglichen Leistungsmessgrößen des Fragebogens und der fachlichen Einschätzung des Projektteams eine Zusammenstellung von möglichen Leistungsindikatoren erstellt (Schritt 1 gemäss Kapitel 5.5.1). Zur Ergänzung hierzu wurden als ergänzende Annahmen auch im Analogieschluss die Erkenntnisse der Analyse für die Gemeindestrassen herangezogen.

Die Tabelle 53 zeigt die Leistungsindikatoren für die Überwachung und Instandhaltung der baulichen Anlagen.

Tabelle 53: Indikatoren Überwachung und Instandhaltung

Überwachung und Instandhaltung Fahrbahn, Kunstbauten und Publikumsanlagen	
Indikator	Annahme
Personalaufwand (Zeit) für Kunstbauten, Fahrbahn und Publikumsanlagen (2.3.1-2.3.3) - Falls die Granularität für die Einzelpositionen vorhanden ist, können auch die Untergruppen betrachtet werden	Der Personalaufwand wirkt sich unmittelbar auf die Kosten bei der Überwachung und Instandhaltung aus. Veränderungen an diesem Faktor (en) führen mit grosser Wahrscheinlichkeit zu Veränderungen in den Kosten.
Hauptgleis Kilometer (1.1)	Die Netzgrösse hat einen Einfluss auf die Kosten. Spannend wäre zu ermitteln, ob es eine optimale Grösse gibt. Ob sich mit zunehmender Grösse Skaleneffekte einstellen, und in welchem Mass diese wieder verschwinden, wenn das Optimum überschritten wurde.

Die Tabelle 54 beinhaltet die Leistungsindikatoren für die Reinigung und den Winterdienst bei der Fahrbahn, den Kunstbauten und den Publikumsanlagen inklusive einer Begründung.

Tabelle 54: Indikatoren Reinigung und Winterdienst

Reinigung und Winterdienst Fahrbahn, Kunstbauten und Publikumsanlagen	
Indikator	Annahme
Personalaufwand (Zeit) für Reinigung und Winterdienst (2.3.4 + 2.3.5) - Falls die Granularität für die Einzelpositionen vorhanden ist, können auch die die beiden Tätigkeiten separiert betrachtet werden	Der Personalaufwand wirkt sich unmittelbar auf die Kosten bei der Reinigung und dem Winterdienst. Veränderungen an diesem Faktor führen mit grosser Wahrscheinlichkeit zu Veränderungen in den Kosten. Diese Tätigkeiten gehören zuweilen zu den Aufgaben von Mitarbeitern der Organisationseinheit Infrastruktur. Diese Aufgaben werden zum Teil auch extern vergeben oder durch interne, spezialisierte Organisationseinheiten erledigt (beispielsweise bei Publikumsanlagen wie Infrastrukturanlagen der Bahnhöfe).
Zu reinigende Fläche / Perronfläche (1.7.6)	Die zu reinigenden Flächen (Output) können im Sommer (Reinigung) wie auch im Winter (Schneeräumung und Glatteisbekämpfung) einen Leistungsindikator darstellen. Spannend wäre zu ermitteln, ob es eine optimale Flächengrösse gibt. Ob sich mit zunehmender Grösse Skaleneffekte einstellen, und in welchem Mass diese wieder verschwinden, wenn das Optimum überschritten wurde.
Leistungsniveaus in der Reinigung und im Winterdienst	Die Leistungsniveaus, zeigen auf, was erreicht werden soll. (= Kundenzufriedenheit oder Etikette der Unternehmung in der öffentlichen Wahrnehmung). Dies kann sich zum einen in einem Sauberkeitsindex oder beispielsweise bei der Anzahl zu reinigenden Kübel dargestellt werden. Auch diese Leistungen werden schlussendlich die Kosten für Reinigung und Winterdienst massgebend beeinflussen.
Anzahl Weichen (1.4)	Der Winterdienst wird geprägt durch Standards bzw. Levels welche erreicht werden müssen. Weichen bilden dabei einen besonderen Teil des Netzwerkes, da diese beweglichen Teile eine besondere Aufmerksamkeit erfahren müssen.

Die Tabelle 55 zeigt die Leistungsindikatoren der Grünpflege inklusive Begründung.

Tabelle 55: Indikatoren Grünpflege

Grünpflege Fahrbahn, Kunstbauten und Publikumsanlagen	
Indikator	Annahme
Personalaufwand (Zeit) für Grünpflege (2.3.6)	Der Personalaufwand wirkt sich unmittelbar auf die Kosten bei der Grünpflege der Publikumsanlagen über Servicearealen bis hin zu Grünflächen entlang der Fahrbahn aus. Entscheiden ist hier zudem der In- bzw. Out-Sourcinggrad.
Grünflächen (4.4)	Zunehmende Fläche führt zu grösseren Kosten. Es gibt grundsätzlich drei Modelle, wie auf diesen Flächen die Grünpflege durchgeführt werden kann. Alles in Eigenleistung, was gewissermassen eine „übersichtliche“ Fläche voraussetzt. Vollständige Auslagerung an Dritte oder eine Mischform dieser beiden Modelle.

Diese Tätigkeiten setzen zum einen voraus, dass man die Flächen kennt. Zum Teil sind die Flächen nur approximativ bekannt. Zum anderen ist es zuweilen unterschiedlich geregelt, wie beispielsweise die Waldpflege verortet ist bzw. wer der effektive Besitzer der Grünflächen ist und sich daraus die Verantwortungen ableiten.

Die Tabelle 56 zeigt den Leistungsindikator der Fahrzeugkosten inklusive Begründung.

Tabelle 56: Indikatoren Fahrzeuge

Dienstfahrzeug Betrieb und Unterhalt Fahrzeuge	
Indikator / Leistungsmessgrösse	Annahme
Anzahl Fahrzeuge (Schienen- und Strassenfahrzeuge) (2.5.1 + 2.8)	Die Anzahl der Fahrzeuge wirkt sich auf die Kosten im Fahrzeugunterhalt aus.

Die Tabelle 57 zeigt den Leistungsindikator der Overheadkosten inklusive Begründung.

Tabelle 57: Indikatoren Overhead

Overhead (Personalaufwand Führung, Controlling und Assistenz)	
Indikator / Leistungsmessgrösse	Annahme
Personalaufwand (Zeit) Overhead (2.3.10/12)	Der Personalaufwand wirkt sich unmittelbar auf die Kosten der Überwachung und die Instandhaltung aus.

Die Tabelle 58 zeigt den Leistungsindikator der Instandhaltung der elektrischen Anlagen inklusive Begründung.

Tabelle 58: Indikatoren Instandhaltung elektrische Anlagen

Betriebsführung und Instandhaltung elektrische Anlagen (Bahnstrom, Sicherungstechnik und Niederspannung)	
Indikator	Annahme
Personalaufwand (Zeit) für die elektrischen Anlagen (2.3.7-2.3.9) - Falls die Granularität für die Einzelpositionen vorhanden ist, können auch die Untergruppen betrachtet werden	Der Personalaufwand wirkt sich unmittelbar auf die Kosten bei der Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen aus.

Kapitel 5 - Datenauswertung

Anforderungen an die verschiedenen Anlagentypen oder Zustand und Alter bilden ebenfalls eine zu berücksichtigende Messgrösse. Durch die unterschiedlichen Anlagentypen kann eine solche umfassende Betrachtung nur bedingt Hinweise geben.

Wie einleitend erwähnt, kann diese Auswahl nur eine Einschätzung bilden. Eine breitere Datenlage würde besser Hinweise geben. Grobe Benchmarks zu den Bahnen finden sich im folgenden Kapitel 6.

6 Kennzahlen

6.1 Einleitung Kennzahlen und Benchmarks

Die Leistung einer Organisation kann mittels spezifischer Kennzahlen gemessen werden. Es bietet sich an, dass sich diese an den in Kapitel 5.6 evaluierten Schlüsselindikatoren orientieren.

Die in der Untersuchung verwendeten Kennzahlen und Benchmarks zielen grundsätzlich auf Messungen bezüglich Kosten pro Masseinheit (beispielsweise CHF/m²). Der Kostenstruktur folgend werden Vergleiche der Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung und für sämtliche Kostenkategorien (kleiner baulicher Unterhalt, Reinigung etc.) und Kostentypen (beispielsweise Personalkosten, Fremdkosten, Sach- und Materialkosten) definiert (Abbildung 27).



Abbildung 27: Kennzahlenkategorien auf verschiedenen Stufen – Beispiel Gemeinden

Diese Kennzahlen wurden verwendet als Basisvergleich zwischen den verschiedenen Untersuchungsteilnehmern und können dazu verwendet werden, dass die erbrachten Leistungen in einen Vergleich gebracht werden können. Sie bieten somit die Möglichkeiten Optimierungspotenzial zu identifizieren, um die Leistung verbessern zu können.

Zusätzlich zu den verwendeten Kennzahlen können unter Berücksichtigung von weiteren Leistungsmessgrößen und Leistungsindikatoren Informationen abgerufen werden, welche ein Gesamtbild ergeben, wie und wodurch die Kennzahlen beeinflusst werden. Diese sind beispielsweise in Verbindung zu setzen mit den Leistungsniveaus (beispielsweise für die Reinigung, die Grünpflege, den Winterdienst) oder den Einfluss von Schlüsselleistungsindikatoren oder nicht beeinflussbare Umstandsfaktoren wie Höhenlage oder Wetter.

Die Kennzahlen wurden mittels Box-and-Whisker-Plots (Abbildung 28) dargestellt. Dies zeigt die Variation innerhalb der Stichprobe ohne dass statistische Auswertungen der Verteilung unterlegt werden. Im Zentrum des Box-Plots steht der Median, beidseitig finden sich die 25- bzw. 75% Quartile welche somit in der Box 50% aller Werte abbilden (Interquartilsabstand). Die Ende der „Katzen-Schnurrhaare“ (= Whiskers) bilden die Extremwerte (Minimum und Maximum der Untersuchung). Ausreisser werden in der Darstellung nicht berücksichtigt. Der Durchschnittswert wurde noch zugefügt, um die Darstellung zu ergänzen.

Kapitel 6 - Kennzahlen

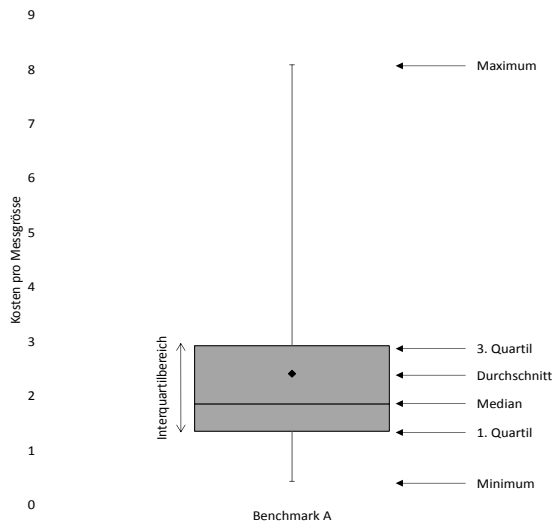


Abbildung 28: Typische Box-und-Whisker Plot-Darstellung

Im Kapitel 6.2 wird das Kennzahlensystem und die Auswahl der Kennzahlen für die Gemeindestrassen beschrieben. Daraus abgeleitet folgt im Kapitel 6.3 der Vorschlag für ein Kontenplan, welcher ermöglichen soll, dass eine einheitliche Datenerfassung möglich ist, welche zu einem aussagekräftigen Kennzahlensystem beiträgt. Im Kapitel 6.4 sind die Kennzahlen der Gemeindestrassen aufgeführt und erklärt. Das Kapitel 6.5 beschreibt das Kennzahlensystem und die Auswahl der Kennzahlen für die Privatbahnen. Der Vorschlag für einen Kontenplan bei den Privatbahnen wird im Ansatz im Kapitel 6.6 aufgeführt. Im Kapitel 6.7 sind die Kennzahlen der Privatbahnen dargestellt.

Im Kapitel 6.8 wird aufgezeigt, wie die Kennzahlen bzw. Benchmarks in der Applikation Inframonitor umgesetzt werden.

6.2 Kennzahlensystem Gemeindestrassen

Ein Kennzahlensystem kann für den Bereich des betrieblichen Unterhalts und die Instandhaltung einen sehr grossen Umfang annehmen. Viele Aspekte können in diesem vielschichtigen Aufgabengebiet untersucht und beleuchtet werden. Wie eingangs Kapitel erwähnt, folgen wir dem Ansatz der Kostenstruktur. Diese gibt die inhaltliche Struktur des Kennzahlensystems vor. Für weitere Untersuchungen können diese Aggregationsstufen vertieft und mit weiteren Einflussfaktoren ergänzt werden.

6.2.1 Grundkennzahlen Gemeindestrassen

Das Kennzahlensystem umfasst die folgenden Grundkennzahlen (Tabelle 63).

Tabelle 59: Kennzahlensystem Gemeindestrassen

Kennzahl	Beschrieb	Begründung
Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung / Gesamtfläche Verkehr	Sämtliche Kosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung einer Gemeinde werden ins Verhältnis zur betreuten Verkehrsfläche gestellt. Dies kann auch Plätze umfassen, welche Winterdienst, Reinigung und allenfalls Reparaturen umfassen.	Diese Kennzahl gibt zum Einen einen Einstieg, um Vergleiche mit anderen Gemeinden zu tätigen „wie stehen wir im Vergleich“ zu anderen Gemeinden; zum Anderen kann dies in einer langfristigen Betrachtung aufzeigen, wie sich eine Entwicklung innerhalb der Gemeinde aufzeigt. Die Aggregierungsstufe ist bewusst hoch gehalten.
Kosten kleiner baulicher Unterhalt / Gesamtfläche Verkehr	Die Kosten für den kleinen baulichen Unterhalt werden in Relation zur Gesamtfläche Verkehr gesetzt.	Die Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit ist eine Hauptaufgabe beim kl. baulichen Unterhalt, damit die Nutzung der Strassen und Wege gefahrenfrei benutzt werden können. Zudem ermöglicht eine zukunftsorientierte Instandhaltung, dass der Verfall der Infrastruktur verlangsamt werden kann.
Kosten Reinigung / Gesamtfläche Verkehr (inkl. Drittflächen)	Die Kosten für die Reinigung werden in Relation zur Gesamtfläche Verkehr gesetzt. Da zum Teil auch Flächen von Dritten gereinigt werden, sind diese ebenfalls zu berücksichtigen.	Die Relation der Reinigungskosten pro Gesamtverkehrsfläche ermöglicht einen Vergleich auf Basis einer einheitlichen Fläche. Ein nächster Schritt ist die Integration der Leistungsniveaus, welche eine Normalisierung der effektiv gereinigten Flächen voraussetzt.
Kosten Grünpflege / Grünfläche	Die Kosten für die Grünpflege werden in Relation zur Grünfläche gesetzt.	Die Relation der Kosten der Grünpflege pro Grünfläche ermöglicht einen Vergleich auf Basis einer vereinheitlichten Fläche. - Ein nächster Schritt ist die Integration der Leistungsniveaus, welche die Intensität der Pflege berücksichtigt. Da diese Angaben zuweilen wetterabhängig sind, ist der Einstieg mit der Grünfläche ein guter Ansatz.
Kosten Winterdienst / Gesamtfläche Verkehr (inkl. Drittflächen)	Die Kosten für den Winterdienst werden in Relation zur Gesamtfläche Verkehr gesetzt. Da zum Teil auch Flächen von Dritten einen Winterdienst erhalten, sind diese ebenfalls zu berücksichtigen.	Die Relation der Winterdienstkosten pro Gesamtverkehrsfläche ermöglicht einen Vergleich auf Basis einer einheitlichen Fläche.
Kosten technische Dienste / Laufmeter	Die Kosten der technischen Dienste werden in Relation zur Strassennetzlänge gesetzt.	Die technischen Dienste sind in sich eine Aggregation von verschiedenen Leistungen im Bereich der Strasse. Sie umfasst sowohl die Beleuchtung, Markierungen und Leiteinrichtungen. Aber auch Lichtsignalanlagen und weitere technische Anlagen. Da diese Elemente einen Punkt- oder Längenbezug haben, macht es wenig Sinn, dies in Relation zur Fläche zu stellen. Aus diesem Grund stehen diese Kosten im Verhältnis zur Netzlänge.

Tabelle 63 (fortgesetzt)

Kennzahl	Beschrieb	Begründung
Overhead-Kosten / Gesamtfläche Verkehr	Die Overhead-Kosten werden in Relation zur Gesamtfläche Verkehr gesetzt.	Sämtliche Kosten der Führung, Controlling und Administration sind in dieser Kostenposition zusammengefasst. Auch wenn die Trennung der Aufgaben für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung von anderen Tätigkeiten im Bereich der technischen Infrastruktur erfahrungsgemäss schwierig ist, soll dies auf die Gesamtfläche umgelegt werden, um eine entsprechende Kennzahl zu erhalten. – Die Verwendung in der Praxis entscheidet über die Sinnhaftigkeit dieser Kennzahl.
Fahrzeugkosten / Laufmeter	Die Fahrzeugkosten werden auf die Netzlänge umgelegt.	Sämtliche Kosten für den Betrieb und Unterhalt der Fahrzeuge und Geräte sind in dieser Kostenposition zusammengefasst. Idealerweise wäre eine Umlegung auf die zurückgelegten Kilometer die sinnvollste Kennzahl. Leider sind diese Angaben bei einem erheblichen Teil der Gemeinden noch nicht oder bewusst nicht greifbar. Aus diesem Grund wurde die Umlegung auf die Netzlänge als naheliegend erachtet und ausgewählt.

Diese Kennzahlen lassen keinen direkten Schluss zu, welche Betriebsorganisation ihre Aufgaben am effizientesten löst. Viele Einflussfaktoren haben ihre Wirkung auf diese Kennzahlen. Aber sie ermöglichen eine Abschätzung, welche Bereiche des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung genauer untersucht werden müssen. Unter der Berücksichtigung der Leistungs- und Schlüsselleistungsindikatoren, wie sie in der Datenauswertung im Kapitel 5 ermittelt wurden. Können helfen die entsprechenden Schlüsse zu ziehen und Massnahmen für eine Optimierung und Effizienzsteigerung zu entwickeln und in Angriff zu nehmen.

6.2.2 Kennzahlenvertiefung Gemeindestrassen

Für die vertiefte Analyse eine Betriebsorganisation sind die vorab aufgeführten Grundkennzahlen (Fokus Kostenkategorien) durch Kennzahlen der spezifischen Kostentypen zu ergänzen.

Tabelle 60: Kennzahlensystem Gemeindestrasse – ergänzende Kennzahlen

Grundkennzahl	Kennzahl Kostentypen	Beschrieb
Kosten kleiner baulicher Unterhalt / Gesamtfläche Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> • Gesamtpersonalkosten / Gesamtfläche Verkehr • Sach- und Materialkosten / Gesamtfläche Verkehr • Fremdkosten / Gesamtfläche Verkehr 	Die aggregierten Kennzahlen auf Stufe der Kostenkategorien können so bis auf die Kostentypen differenziert werden. Damit kann auf einer tieferliegenden Stufe mit Kennzahlen erschlossen werden. Dies setzt aber voraus, dass diese Daten entsprechend vorhanden sind. Die Differenzierung von internen (Personal, Sach- und Materialkosten) und externen (Fremd)Kosten ermöglicht einen Einblick in die Sourcingstrategien einer Betreiberorganisation.
Kosten Reinigung / Gesamtfläche Verkehr (inkl. Drittflächen)	<ul style="list-style-type: none"> • Gesamtpersonalkosten / Gesamtfläche Verkehr • Sach- und Materialkosten / Gesamtfläche Verkehr • Fremdkosten / Gesamtfläche Verkehr 	
Kosten Grünpflege / Grünfläche	<ul style="list-style-type: none"> • Gesamtpersonalkosten / Grünfläche • Sach- und Materialkosten / Grünfläche • Fremdkosten / Grünfläche 	
Kosten Winterdienst / Gesamtfläche Verkehr (inkl. Drittflächen)	<ul style="list-style-type: none"> • Gesamtpersonalkosten / Gesamtfläche Verkehr • Sach- und Materialkosten / Gesamtfläche Verkehr • Fremdkosten / Gesamtfläche Verkehr 	
Kosten technische Dienste / Laufmeter	<ul style="list-style-type: none"> • Gesamtpersonalkosten / Laufmeter • Sach- und Materialkosten / Laufmeter • Fremdkosten / Laufmeter 	
Fahrzeugkosten / Laufmeter	<ul style="list-style-type: none"> • Unterhaltskosten Fahrzeuge und Maschinen / Laufmeter • Betriebsstoffe Fahrzeuge / Laufmeter 	

Diese Kennzahlen bilden den zentralen Kern eines Kennzahlensystems. In Bezug auf die einzelnen Kostenkategorien werden die Kennzahlen für die Kostentypen ergänzt. An dieser Stelle wird darauf verzichtet, weitere Kennzahlen explizit aufzuführen. Solche können im Verlauf weiterer Entwicklungen und Anforderungen / Bedürfnissen der Betreiberorganisationen dazu kommen oder wieder entfallen.

Die im Kapitel 5 ermittelten Leistungs- und Schlüsselleistungsindikatoren können ebenfalls als ergänzende Kennzahlen herangezogen werden (Tabelle 61).

Tabelle 61: Kennzahlensystem Gemeindestrasse – ergänzende Kennzahlen gemäss Leistungsindikatoren

Grundkennzahl	Kennzahl Leistungsindikator	Beschrieb
Kosten kleiner baulicher Unterhalt / Gesamtfläche Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> • Personalaufwand Zeit / Gesamtfläche Verkehr 	Wird der Personalaufwand Zeit in Relation gesetzt, kann die Komponente der unterschiedlichen Stundenansätze eliminiert werden, welche zuweilen differenziert eingesetzt werden. Dies gilt bei allen folgenden Bereichen mit einem entsprechenden Personalaufwand.
Kosten Reinigung / Gesamtfläche Verkehr (inkl. Drittflächen)	<ul style="list-style-type: none"> • Personalaufwand Zeit / Gesamtfläche Verkehr • Leistungsniveau / Gesamtfläche Verkehr 	Mit der Kennzahl zum Leistungsniveau wird Rechnung getragen, dass es unterschiedle Anforderungen gibt. So ist eine Aussage möglich, wie oft die gesamte Verkehrsfläche in einem Jahr gereinigt wird, oder wie oft im Jahr die Abfalleimer geleert werden.
Kosten Grünpflege / Grünfläche	<ul style="list-style-type: none"> • Personalaufwand Zeit / Grünfläche • Leistungsniveau / Grünfläche 	Mit der Kennzahl zum Leistungsniveau wird Rechnung getragen, dass es unterschiedle Anforderungen gibt. So ist eine Aussage möglich, wie intensiv die Grünpflege wahrgenommen wird.
Kosten Winterdienst / Gesamtfläche Verkehr (inkl. Drittflächen)	<ul style="list-style-type: none"> • Personalaufwand Zeit / Gesamtfläche Verkehr • Salzverbrauch / Gesamtfläche Verkehr 	Der Salzverbrauch pro Flächeneinheit wird als Indikator des Winterdienstes verwendet.
Kosten technische Dienste / Laufmeter	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Beleuchtungspunkte / Laufmeter 	Mit der Anzahl der Beleuchtungspunkte kann der Vergleich einer „Leuchtintensität“ erfolgen.
Overhead -Kosten / Gesamtfläche Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> • Personalaufwand Zeit / Gesamtfläche Verkehr 	Siehe oben.
Fahrzeugkosten / Laufmeter	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Fahrzeuge / Laufmeter • Anzahl Schneepflüge / Laufmeter 	Die Anzahl Fahrzeuge ist ein Zeichen der Mobilität im betrieblichen Unterhalt.

Soll das Kennzahlensystem in diese Richtung erweitert werden, erhält die Betreiberorganisation vertieften Aufschluss bezüglich des möglichen Optimierungspotenzials. Es kann zielgerichteter eine Analyse angegangen werden, um Effizienzsteigerungen in Angriff zu nehmen.

6.3 Kontenplan Gemeindestrassen – ein Vorschlag

Wichtig ist die Granularität der Daten, welche dem vorgeschlagenen Kennzahlensystem zu Grunde liegt. In Ergänzung, dass die Auswertung mit qualitativ und quantitativ angereicherten Daten erneut erfolgen soll, ist anzustreben, dass die wichtigen Fragen im Fragebogen verbleiben. Das vorgeschlagene Kennzahlensystem benötigt einheitliche Angaben der teilnehmenden Gemeinden. Damit dies weitestgehend möglich ist, wird ein spezifischer Kontenplan vorausgesetzt. Dieser Kontenplan hat einen spezifischen Struktur und einen spezifischen Inhalt in Bezug auf die notwendigen Informationen, welche regelmässig erfasst werden sollen. Mit der Verwendung dieser einheitlichen Angaben kann auch das vorgeschlagene Kennzahlensystem seine Aussagekraft erhalten.

Dieser setzt sich aus einem A) infrastrukturellen Teil (INFRA: Grunddaten zu den Gemeindestrassen und den zugehörigen Anlageteilen) und einem B) betriebswirtschaftlichen Teil (ECON: Kostenkomponenten und zeitlicher Aufwand für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung) und einem C) Teil Leistungsniveaus (LN) zusammen (Tabelle 62).

Kapitel 6 - Kennzahlen

Tabelle 62: Kontenplan für Gemeindestrasse

Teil	Messgrösse	Definition
INFRA	Fläche des Netzwerkes	<ul style="list-style-type: none"> - Flächen des Strassennetzes - Langsamverkehrsflächen (Gehwege und Radwege) - Befestigte Plätze - Flächen welche für Dritte betreut werden (beispielsweise Reinigung oder Winterdienst)
INFRA	Länge des Netzwerkes	Länge der Strassen
INFRA	Zustand des Netzwerkes*	Durchschnittswert über das ganze Strassennetz Kategorien nach Zustandsklassen
INFRA	Grünflächen	Grünflächen im Strassenperimeter (ohne Sportplätze, Friedhöfe und Parks)
INFRA	Möblierung	Anzahl Abfalleimer, Robidog-Behälter Anzahl Beleuchtungen
INFRA	Ausrüstung	Anzahl Schneepflüge Anzahl Salzstreuer
ECON	Personalaufwand (Std.)	Für die Kategorien: <ul style="list-style-type: none"> - Kleiner baulicher Unterhalt - Winterdienst - Reinigung - Grünpflege im Strassenraum - Technische Dienste - Fahrzeugunterhalt - Overhead
ECON	Personalkosten (CHF)	Für die Kategorien: <ul style="list-style-type: none"> - Kleiner baulicher Unterhalt - Winterdienst - Reinigung - Grünpflege im Strassenraum - Technische Dienste - Fahrzeugunterhalt - Overhead
ECON	Sach- und Materialaufwand	Für die Kategorien: <ul style="list-style-type: none"> - Kleiner baulicher Unterhalt - Winterdienst - Reinigung - Grünpflege im Strassenraum - Technische Dienste - Fahrzeugunterhalt - Overhead
ECON	Kosten Fremdleistungen	Für die Kategorien: <ul style="list-style-type: none"> - Kleiner baulicher Unterhalt - Winterdienst - Reinigung - Grünpflege im Strassenraum - Technische Dienste - Fahrzeugunterhalt
LN	Leistungsniveaus Reinigung	Wie oft werden welche Flächen gereinigt (Einteilung der Flächen in Kategorien wie 365x im Jahr, 52x im Jahr, 12x im Jahr, x-Mal im Jahr)
LN	Leistungsniveaus Grünpflege	Wie oft werden welche Flächen gepflegt (Einteilung der Flächen in Kategorien wie 1x im Jahr, 2x im Jahr, mehr als 2x im Jahr)

* Für das gegenwärtige Kennzahlensystem wird der Zustand der Strassen nicht in den direkten Vergleich aufgenommen. Trotzdem scheinen diese Werte künftig von grösser werdender Bedeutung. Dies ist auch ersichtlich, da immer mehr Gemeinden eine Zustandserfassung vorantreiben und von interner oder externer Stelle erheben lassen.

Entwicklungspotenzial: Die Definition von Leistungsniveaus beim kleinen baulichen Unterhalt und beim Winterdienst. Der kleine bauliche Unterhalt steht oft mit Ereignissen im Zusammenhang, welche unmittelbar erledigt werden müssen, um die Sicherheit auf den Verkehrsflächen zu gewährleisten. Zum anderen sind gewisse Reparaturarbeiten nur bedingt einem unmittelbaren Zeitdruck ausgesetzt, so dass diese zu einem optimalen Zeitpunkt ausgeführt werden können. Diesbezüglich bietet sich in diesem Bereich die Möglichkeit einer Unterscheidung von wiederkehrenden Routinearbeiten und einer Ereignisbewältigung. Wenn dies in einer Art Leistungsniveau definiert werden könnte, wäre auch für den kleinen baulichen Unterhalt eine vertiefte Auseinandersetzung mit Leistungsniveaus möglich. Auch der Winterdienst ist diesbezüglich als Interventionsdienst, welcher nur bedingt als direkt planbare Routinearbeit gesehen werden kann. Es gibt wohl die Qualitätsangaben, wie eine Fläche mit Winterdienst versehen werden kann. Wie oft und wann dies zur Anwendung kommt, ist aber fremdbestimmt. Auch hier können Anstrengungen in eine Messbarmachung getätigt werden.

6.4 Kennzahlen Gemeindestrassen

Die Messungen für die Gesamtkosten des betrieblichen Unterhalts und die Instandhaltung der Gemeindestrassen für alle Kategorien ist unten tabellarisch aufgeführt.

Die vorliegende Datengrundlage ermöglicht die Erstellung und Auswertung einer Vielzahl von Kennzahlen. In der folgenden Tabelle ist die Auswahl aufgeführt und begründet, welche ausgewählt wurden und an dieser Stelle erklärt werden (Tabelle 63).

Table 63: Kennzahlen Gemeindestrasse

Bereich	Vergleich	Begründung
Gesamtsicht betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung	Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung / Gesamtverkehrsfläche	Die Kennzahl pro Flächeneinheit ermöglicht eine allgemeine Abschätzung zu den eingesetzten Mittel pro Fläche
	Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung / Zeitaufwand	Die Kennzahl pro Zeiteinheit ermöglicht eine allgemeine Abschätzung zu den eingesetzten Mittel pro Arbeitsstunde
Kleiner baulicher Unterhalt	Kosten kleiner baulicher Unterhalt / Gesamtfläche Verkehr	Die Kennzahl pro Flächeneinheit ermöglicht eine bereichsspezifische Abschätzung der eingesetzten Mittel pro Fläche
Reinigung	Kosten Reinigung / Gesamtfläche Verkehr (inkl. Drittflächen)	Die Kennzahl pro Flächeneinheit ermöglicht eine bereichsspezifische Abschätzung der eingesetzten Mittel pro Fläche
Grünpflege	Kosten Grünpflege / Grünfläche	Die Kennzahl pro Flächeneinheit ermöglicht eine bereichsspezifische Abschätzung der eingesetzten Mittel pro Grünfläche
Winterdienst	Kosten Winterdienst / Gesamtfläche Verkehr	Die Kennzahl pro Flächeneinheit ermöglicht eine bereichsspezifische Abschätzung der eingesetzten Mittel pro Fläche
Technische Dienste	Kosten technische Dienste / Laufmeter	Die Kennzahl pro Flächeneinheit ermöglicht eine bereichsspezifische Abschätzung der eingesetzten Mittel pro Laufmeter Strasse, da sich die Fläche nicht eignet für punkt- und längenspezifische Elemente der technischen Dienste

Tabelle 63 (fortgesetzt)

Bereich	Vergleich	Begründung
Overhead	Kosten Overhead / Gesamtfläche Verkehr	Die Kennzahl pro Flächeneinheit ermöglicht eine bereichsspezifische Abschätzung der eingesetzten Mittel pro Fläche
Fahrzeuge	Fahrzeugkosten / Laufmeter	Die Kennzahl pro Flächeneinheit ermöglicht eine bereichsspezifische Abschätzung der eingesetzten Mittel pro Laufmeter Strasse, da sich die Fläche nicht eignet für Fahrzeugkosten

Im Nachgang folgt eine nicht abschliessende Aufzählung von zusätzlichen Vergleichsgrössen und Kennzahlen bei den Gemeinden, welche von individuellem Interesse sind.

6.4.1 Übersicht Kennzahlen Gemeindestrassen

Für die Auswertung gemäss Kapitel 5 wurden die Daten von 38 Gemeinden verwendet. Da nur bei diesen teilnehmenden Gemeinden die Daten ausreichend vollständig waren oder nicht mit Ausreissern versehen sind, um entsprechende Resultat zu erhalten. Für die Auswertung der Kennzahlen wurden wieder alle Gemeinden in die Auswertung aufgenommen. Es kann allerdings sein, dass bei einzelne Kostenkategorien oder Kostentypen keine Kennzahlen ermittelt werden konnten.

6.4.1.1 Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung

6.4.1.1.1 Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung / Gesamtfläche Verkehr

Die allgemeine Statistik der Benchmarks ist in der Abbildung 29 zusammengefasst.

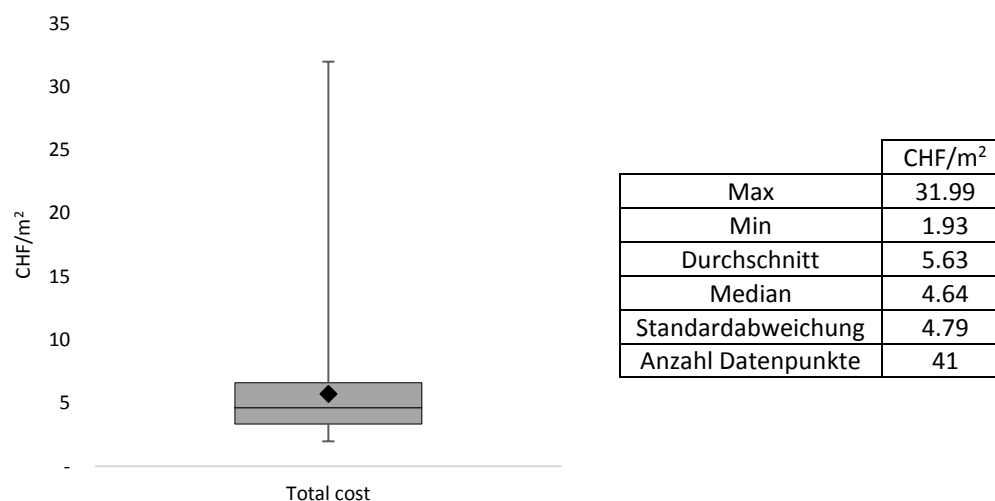


Abbildung 29: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung / Gesamtfläche Verkehr

Basierend auf den Angaben von 41 teilnehmenden Gemeinden (bei vier Gemeinden war die Datenlage nicht vollständig für dies Auswertung) findet sich eine Spannweite von 30.06 CHF/m². Der Minimalwert liegt bei 1.93 CHF und der Maximalwert bei 31.99 CHF pro m². Der Interquartilsabstand geht von 3.36 CHF/m² bis 6.61 CHF/m². Der Median liegt bei 4.64 CHF/m², der Durchschnitt bei 5.63 CHF/m² und die Standardabweichung bei 4.79 CHF/m². Aus diesen Angaben geht hervor, dass die Gemeinde mit den höchsten Ausgaben rund 16 Mal mehr in die Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung investiert, als die Gemeinde mit den kleinsten Kosten pro Quadratmeter. Diese Extremen müssen überprüft werden. Sie lassen sich nicht durch unterschiedliche Lage oder Strategien erklären.

Wenn man betrachtet, dass die 50% der gemittelten Gemeinden sich in einem Band zwischen 3.36 und 6.61 CHF/m² für die Gesamtkosten befinden, wird offensichtlich, dass die Voraussetzungen und die Herangehensweisen bei den Gemeinden ähnliche Ansätze verwenden. Auf dieser Aggregationsstufe sind unterschiedliche Strategien nicht vollumfänglich ersichtlich, da bereits hier mehrere Kategorien der Tätigkeiten rund um die Gemeindestrassen bei den Kosten zu Buche schlagen. Hingegen spielt auf dieser Stufe eine unterschiedliche Definition der einzelnen Tätigkeiten nicht mehr eine so grosse Rolle, da sich dies wie erwähnt ausgleicht.

Für die Aggregationsstufe Gesamtkosten baulicher Unterhalt und Instandhaltung wurden keine Leistungsindikatoren bzw. Schlüsselleistungsindikatoren ermittelt. Sicherlich können die einzelnen Leistungs- bzw. Schlüsselleistungsindikatoren der einzelne Kostenkategorien bzw. der Kostentypen herangezogen werden. Sich aber einzig auf einzelne zu beziehen wäre nicht zielführend und würde die Unterschiede oder auch Parallelen auf dieser Stufe nicht eindeutig erklären.

Für eine grobe Einschätzung dient dieser Benchmark aber gut und gibt einem einen Eindruck über den Stand der Gemeinde. Es ist selbstredend, dass weitere Einflussgrössen bzw. Informationen Einwohnerzahl, Zentrumsfunktion, Leistungsniveaus etc. eine Rolle spielen.

6.4.1.1.2 Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung / Total Zeitaufwand Std.

Die allgemeine Statistik des Benchmarks ist in der Abbildung 30 zusammengefasst.

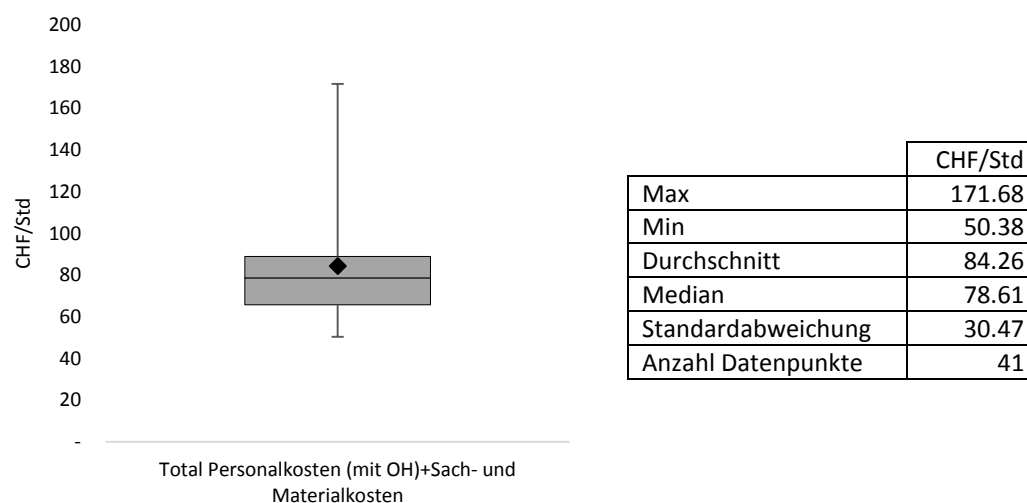


Abbildung 30: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung / Total Zeitaufwand Std.

Basierend auf den Angaben von 41 teilnehmenden Gemeinden findet sich eine Spannweite von 121.30 CHF/Std. Der Minimalwert liegt bei 50.38 CHF und der Maximalwert bei 171.68 CHF pro Stunde. Der Interquartilsabstand geht von 65.65 CHF/Std. bis 88.89 CHF/Std. Der Median liegt bei 78.61 CHF/Std., der Durchschnitt bei 84.26 CHF/Std.m² und die Standardabweichung bei 30.47 CHF/Std. Aus diesen Angaben geht hervor, dass die Gemeinde mit den höchsten Stundenansätzen rund drei ein halb Mal mehr ausgibt pro Stunde, als die Gemeinden mit dem tiefsten Stundenansatz.

Diese Unterschiede lassen sich zum einen durch unterschiedliche Preisniveaus in der Schweiz erklären. Ein weiterer Grund kann in einer möglichen Weiterverrechnung gefunden werden, Dabei spielt es eine Rolle, ob interne oder externe Ansätze zur Anwendung kommen. Dass der höchste Wert immer noch doppelt so gross ist, wie der Durchschnittswert lässt sich auf Grund der Datenlage nicht mit unterschiedlichen Sourcing-Strategien oder mit regionalen Unterschieden erklären.

6.4.1.2 Kosten kleiner baulicher Unterhalt / Gesamtfläche Verkehr

Die allgemeine Statistik des Benchmarks ist in der Abbildung 31 zusammengefasst.

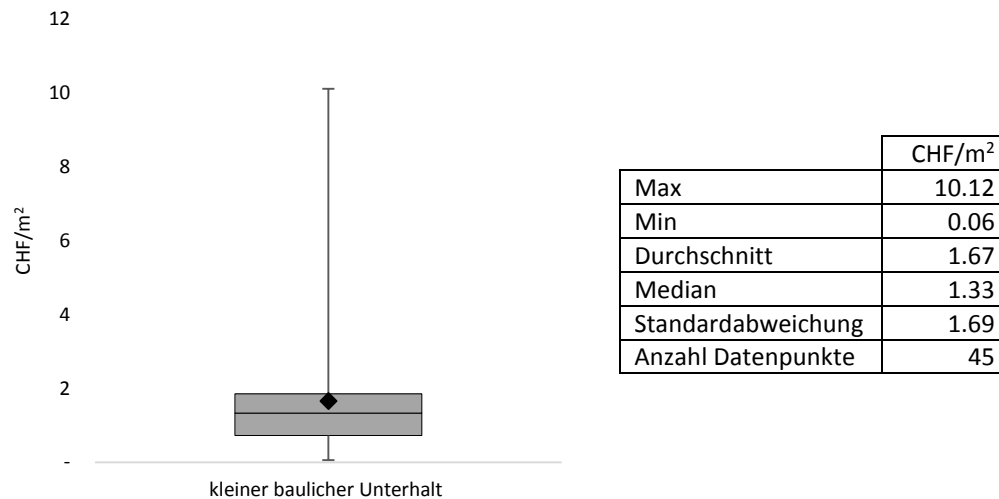


Abbildung 31: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten kleiner baulicher Unterhalt / Gesamtfläche Verkehr

Basierend auf den Angaben aller 45 teilnehmenden Gemeinden findet sich für die Kosten des kleinen baulichen Unterhalts pro Quadratmeter eine Spannweite von 10.05 CHF/m². Der Minimalwert liegt bei 0.06 CHF und der Maximalwert bei 10.12 CHF pro m². Der Interquartilsabstand geht von 0.73 CHF/m² bis 1.86 CHF/m². Der Median liegt bei 1.33 CHF/m², der Durchschnitt bei 1.67 CHF/m² und die Standardabweichung bei 1.69 CHF/m². Aus diesen Angaben geht hervor, dass die Gemeinde mit den höchsten Ausgaben rund 160 Mal mehr in die Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung investiert, als die Gemeinde mit den kleinsten Kosten pro Quadratmeter. Auch hier sind die Extremwerte erheblich abweichend vom Median bzw. dem Mittelwert. Diese sind auf den ersten Blick auf Grund von Strukturen oder Expositionen der Gemeinden nicht schlüssig zu begründen. Diese müssen für künftige Untersuchungen mit den entsprechenden Gemeinden geklärt werden.

Mit der Vergabe von Leistungen an Dritte können Spitzen abgedeckt werden. Dies ist insbesondere bei Gemeinden mit einem kleineren Personalpool möglich. Man kauft sich Know-how ein und muss im Gegenzug gewisse Gerätschaften und Materialien nicht vorhalten. Bei planbaren Tätigkeiten ist dies zuweilen weniger der Fall. Dies liegt in der Strategie einer Gemeinde wie schnell man reagieren will und im Weiteren, wie viel man selber machen möchte.

6.4.1.3 Kosten Reinigung / Gesamtfläche Verkehr (inkl. Drittflächen)

Die allgemeine Statistik des Benchmarks ist in der Abbildung 32 zusammengefasst.

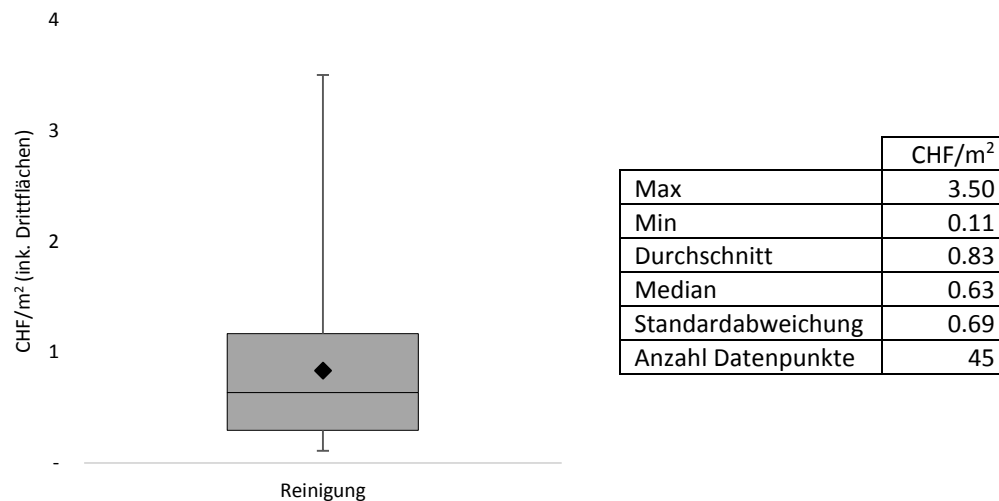


Abbildung 32: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Reinigung / Gesamtfläche Verkehr

Basierend auf den Angaben der 45 teilnehmenden Gemeinden liegen die Ausgaben für die Reinigung bezogen auf den Quadratmeter zwischen 0.11 CHF und 3.50 CHF. Dies entspricht einer Spannweite von 3.39 CHF pro m². Die Hälfte der Gemeinden (innerhalb des Interquartilsabstandes) liegt mit den Ausgaben pro Quadratmeter zwischen 0.30 CHF und 1.17 CHF. Der Median liegt bei 0.63 CHF/m², der Durchschnittswert bei 0.83 CHF/m² und die Standardabweichung bei 0.69 CHF/m². Hieraus wird ersichtlich, dass die Gemeinde mit den grössten Ausgaben pro Quadratmeter rund 31 Mal mehr ausgibt, als die Gemeinde mit den geringsten Kosten für die Reinigung pro Quadratmeter. Die hohen Kosten lassen sich durch ein hohes Leistungsniveau erklären. In einer Tendenz sind dies Gemeinden in oder um Ballungszentren und höherer Einwohnerzahl, während Gemeinden mit eher ländlichem Charakter und geringerer Einwohnerzahl bei den kostengünstigeren Gemeinden zu finden sind.

Diese Unterscheide lassen sich darauf zurückführen, dass insbesondere bei der Häufigkeit der Reinigung, seien dies die Flächen oder die Anzahl Kübel und Robi-Dog-Behälter starke Unterschiede festgestellt werden konnten. Dies ist hervorgerufen, durch die Anforderungen, welche gestellt werden (beispielsweise Erscheinungsbild der Gemeinde, Zentrumsfunktion einer Gemeinde mit Veranstaltungen von über regionaler Bedeutung). Da diese Aufgaben mehrheitlich durch eigene Mitarbeiter erledigt werden, ist der Outsourcinggrad diesbezüglich noch gering. Womit auch klar wird, dass ein steigender Bedarf bzw. einer Erhöhung des Leistungsniveaus sich unmittelbar in den Reinigungskosten spiegelt. Skaleneffekte konnten nicht wesentlich festgestellt werden – vgl. Kapitel 8.

6.4.1.4 Kosten Grünpflege / Grünfläche

Die allgemeine Statistik des Benchmarks ist in der Abbildung 33 zusammengefasst.

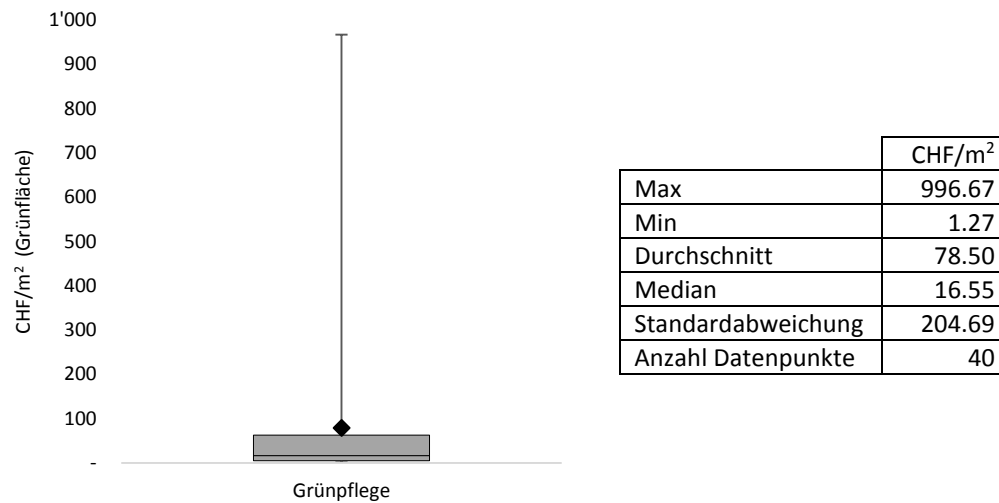


Abbildung 33: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Grünpflege / Grünfläche

Aufgrund dieser Resultate ist davon auszugehen, dass es sich hier insbesondere bei den angegebenen Grünflächen der Gemeinden um Ausreisser handeln muss, denn mit Kosten von rund 1000 CHF/m² liegt man um ein x-faches neben den anderen Werten. Leider konnten diese Werte nicht mehr nachgefragt werden.

Diese extremen Werte haben dazu geführt, dass für die weitere Auswertung (Abbildung 34) die Ausreisser eliminiert.

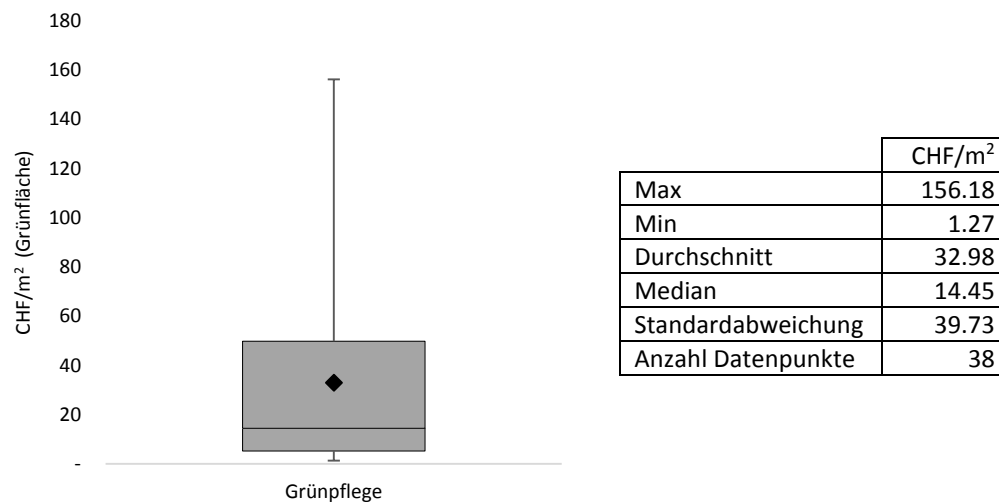


Abbildung 34: Box-and-whisker plot für Kosten Grünpflege / Grünfläche (ohne Ausreisser)

Basierend auf 38 teilnehmenden Gemeinden liegen die Ausgaben für die Grünpflege bezogen auf den Quadratmeter zwischen 1.27 CHF und 156.18 CHF. Dies entspricht einer Spannweite von 154.91 CHF pro m². Die Hälfte der Gemeinden (innerhalb des Interquartilsabstandes) liegt mit den Ausgaben pro Quadratmeter zwischen 5.21 CHF und 49.82 CHF. Der Median liegt bei 14.45 CHF/m², der Durchschnittswert bei 32.98 CHF/m² und die Standardabweichung bei 39.73 CHF/m². Hieraus wird ersichtlich, dass die Gemeinde mit den grössten Ausgaben pro Quadratmeter rund 155 Mal mehr ausgibt, als die Gemeinde mit den geringsten Kosten für die Reinigung pro Quadratmeter.

Diese immer noch erheblichen Unterschiede sind darauf zurückzuführen, dass unterschiedlich Ansprüche an die Grünpflege gemacht werden. Während sich die Grünpflege in einzelnen Gemeinden auf das zurückschneiden der Grünflächen beschränkt und hierbei auch Bestrebungen im Gange sind, dass diese Pflege so extensiv wie nur möglich zu halten, haben in anderen Gemeinden die Grünflächen teilweise repräsentativen Charakter, wobei entsprechend intensiv gepflegt wird.

Dies bestärkt die Evaluation der Schlüsselindikatoren. Sowohl der Personalaufwand, wie auch die effektiv gepflegte Grünfläche, welche gewissermassen als Leistungsniveau in der Grünpflege bezeichnet werden kann. Ob dies durch interne oder externe Personen gemacht wird hängt stark mit den Fähigkeiten des vorhandenen Personals zusammen. Zuweilen ist festzustellen, dass für weitere Grünflächen (Parkanlagen, Sportanlagen, Friedhöfe) eigne Organisationseinheiten bestehen, welche zum Teil auch die Strassengrünflächen betreuen. Dennoch sind die Unterschiede wie eingangs beschrieben noch beträchtlich und es muss insbesondere die Definition der Flächen genau geprüft werden.

Ebenfalls von besonderem Interesse ist die Differenzierung zwischen Eigenleistung und Fremdleistung. Auch hier sollen weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

6.4.1.5 Kosten Winterdienst / Gesamtfläche Verkehr (inkl. Drittflächen)

Die allgemeine Statistik der Benchmarks ist in der Abbildung 35 zusammengefasst.

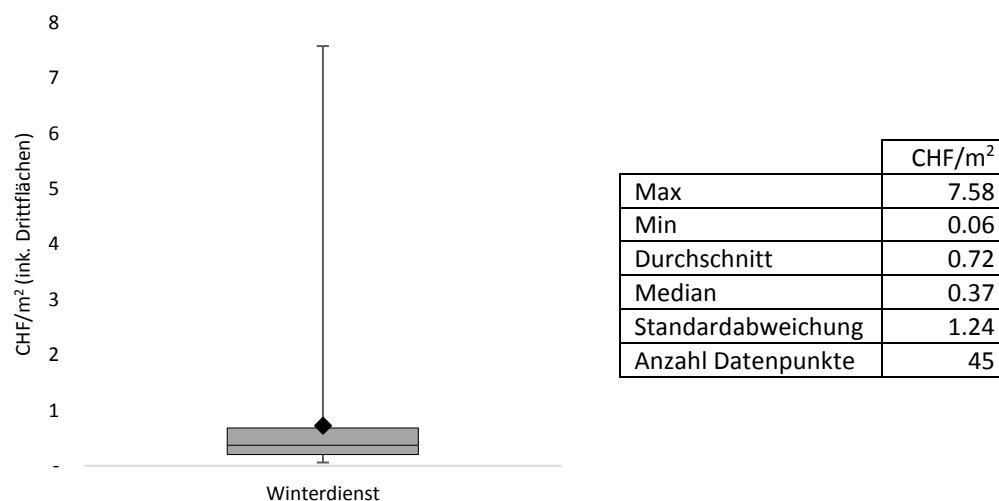


Abbildung 35: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Winterdienst / Gesamtfläche Verkehr

Basierend auf den 45 teilnehmenden Gemeinden liegen die Ausgaben für den Winterdienst in einer Spannweite von 7.52 CHF/m². Das Minimum liegt bei 0.06 CHF/m² und das Maximum bei 7.58 CHF/m². Die Hälfte der Gemeinden (innerhalb des Quartilsabstandes) liegt mit den Ausgaben pro Quadratmeter zwischen 0.20 CHF und 0.68 CHF. Der Median liegt bei 0.37 CHF/m², der Durchschnittswert bei 0.72 CHF/m² und die Standardabweichung bei 1.24 CHF/m². Hieraus wird ersichtlich, dass die Gemeinde mit den grössten Ausgaben pro Quadratmeter rund 130 Mal mehr ausgibt, als die Gemeinde mit den geringsten Kosten für die Reinigung pro Quadratmeter.

Die Höhenlage hat einen Einfluss auf die Winterdienstkosten. Aus der Auswertung geht hervor, dass die Gemeinden in höheren Lagen höhere Winterdienstkosten haben. Ein weiterer Faktor bilden die Leistungsniveaus im Winterdienst. Sie tragen ebenfalls dazu bei, wie sich diese Kosten entwickeln. Einen Trend bezüglich Eigenleistung oder Fremdvergaben in Sachen Winterdienst ist nicht zu erkennen.

Da die meisten Gemeinden das Jahr 2014 rapportiert haben, ist zu erwähnen, dass dieser Winter insbesondere in tieferen Lagen eher als schneearm zu bezeichnen werden kann.

6.4.1.6 Kosten technische Dienste / Laufmeter

Die allgemeine Statistik der Benchmarks ist in der Abbildung 36 zusammengefasst. Die Kosten für die technischen Dienste umfassen neben elektrischen Anlagen wie Lichtsignalanlagen, Beleuchtung auch Strassenausrüstungen wie Leiteinrichtungen und Markierungen. Aus diesem Grund wurden für die Auswertung die Kosten auf die Laufmeter Strasse normalisiert.

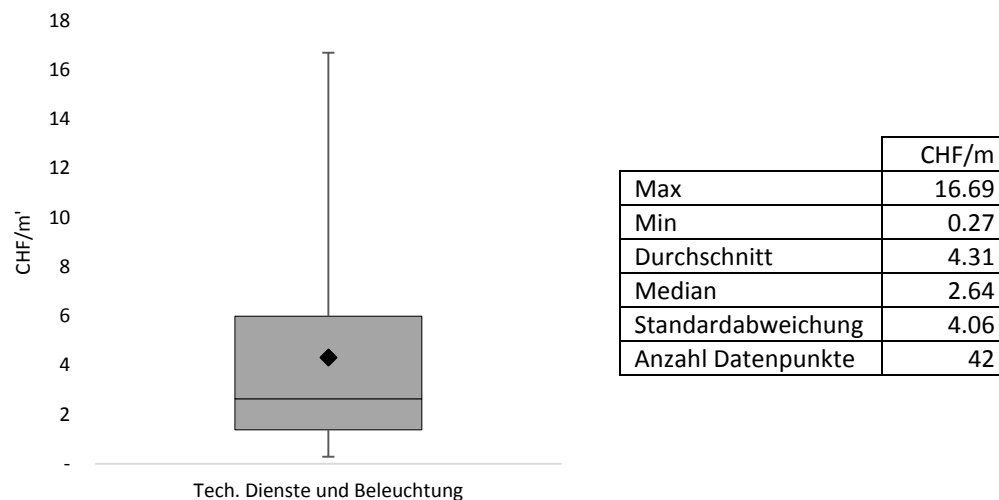


Abbildung 36: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten technische Dienste / Laufmeter

Basierend auf den Angaben von 42 Gemeinden ist eine Spannweite von 16.42 CHF/m bei den Ausgaben für den technischen Dienst zu verzeichnen. Das Minimum liegt bei 0.27 CHF/m und das Maximum bei 16.69 CHF/m. Die Hälfte der Gemeinden (Interquartilsabstand) liegt zwischen 1.37 CHF/m und 5.99 CHF/m. Der Median liegt bei 2.64 CHF/m, der Durchschnittswert bei 4.31 und die Standardabweichung bei 4.06 CHF/m. Daraus zeigt sich, dass die Gemeinde mit den grössten Ausgaben für den technischen Dienst rund 60 Mal höher ist, als die Gemeinde mit den geringsten Ausgaben pro Laufmeter Strasse.

Dieser Sammeltopf für Ausgaben der technischen Dienste ist sehr heterogen. Diese unterschiedlichen Ansprüche an die technische Ausrüstung von Gemeindestrassen widerspiegeln sich auch in diesen Kosten. Hier ist eine Tendenz zu erkennen, dass eher städtische Gemeinden und Gemeinden im Agglomerationsbereich höhere Kosten ausweisen. Es gibt Gemeinden ohne Lichtsignalanlagen und wenig Leiteinrichtungen, oder falls solche Anlagentypen vorhanden sind, liegen diese auf Kantonsstrassen und sind somit nicht im Aufgabengebiet der Gemeinden. Dies führt dazu, dass Gemeinden mit tendenziell höherem Verkehrsaufkommen auf den Gemeindestrassen eher technische Dienste benötigen, was zu höheren Kosten führt. Hierzu gehört beispielsweise auch eine Strassenbeleuchtung. Je nach grösser der Gemeinde können selbst Markierungsarbeiten in Eigenregie erledigt werden, wobei die Mehrzahl der Gemeinden diese Dienstleistung auslagert.

6.4.1.7 Overhead-Kosten / Gesamtfläche Verkehr

Die allgemeine Statistik der Benchmarks ist in der Abbildung 37 zusammengefasst.

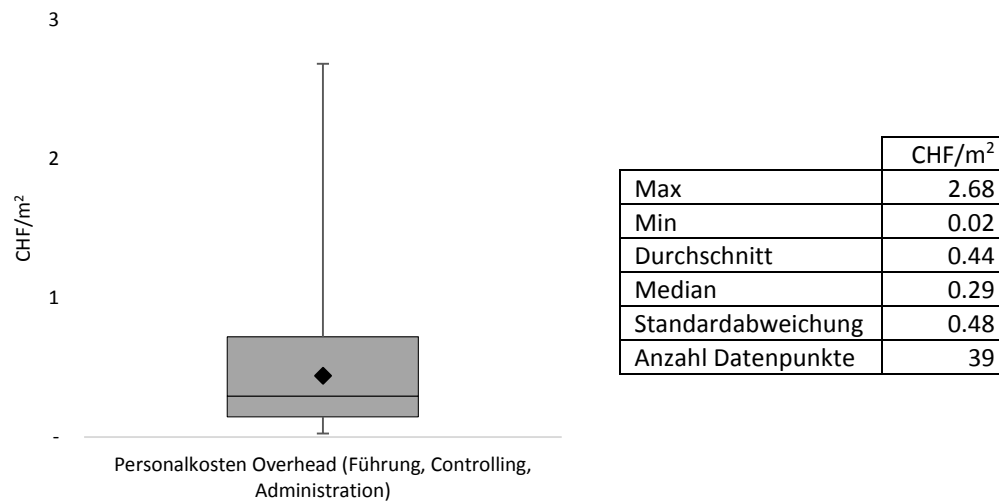


Abbildung 37: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Overhead-Kosten / Gesamtfläche Verkehr

Basierend auf den Angaben von 39 teilnehmenden Gemeinden liegen die Ausgaben für den Overhead bezogen auf den Quadratmeter zwischen 0.02 CHF und 2.68 CHF. Dies entspricht einer Spannweite von 2.66 CHF pro m². Die Hälfte der Gemeinden (innerhalb des Quartilsabstandes) liegt mit den Ausgaben pro Quadratmeter zwischen 0.14 CHF und 0.72 CHF. Der Median liegt bei 0.29 CHF/m², der Durchschnittswert bei 0.44 CHF/m² und die Standardabweichung bei 0.48 CHF/m². Hieraus wird ersichtlich, dass die Gemeinde mit den grössten Ausgaben pro Quadratmeter rund 110 Mal mehr ausgibt, als die Gemeinde mit den geringsten Kosten für den Overhead pro Quadratmeter. Der Tiefstwert ist extrem niedrig. Es stellt sich heraus, dass die Erfassung dieser Position sehr schwierig ist, denn gerade in kleineren Gemeinden ist die Zuweisung der Overheadkosten im Bereich betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung sehr schwierig. Diese Leitungsfunktionen haben oftmals einen koordinierenden Charakter, wo es sehr schwierig ist, eine exakte Abgrenzung zu ziehen und eine explizite Zuweisung der Kosten auf die verwendeten Kostenkategorien ist zuweilen unmöglich. Sodann eine Abschätzung der Aufwendungen zu unterschiedlichen Angaben in der Auswertung führen kann. Mögliche Beispiele für solche Unterschiede finden sich, wenn Führungsfunktionen Teile des Reportings für die operativen Mitarbeiter übernehmen (müssen).

6.4.1.8 Fahrzeugkosten / Laufmeter

Die allgemeine Statistik der Benchmarks ist in der Abbildung 38 zusammengefasst.

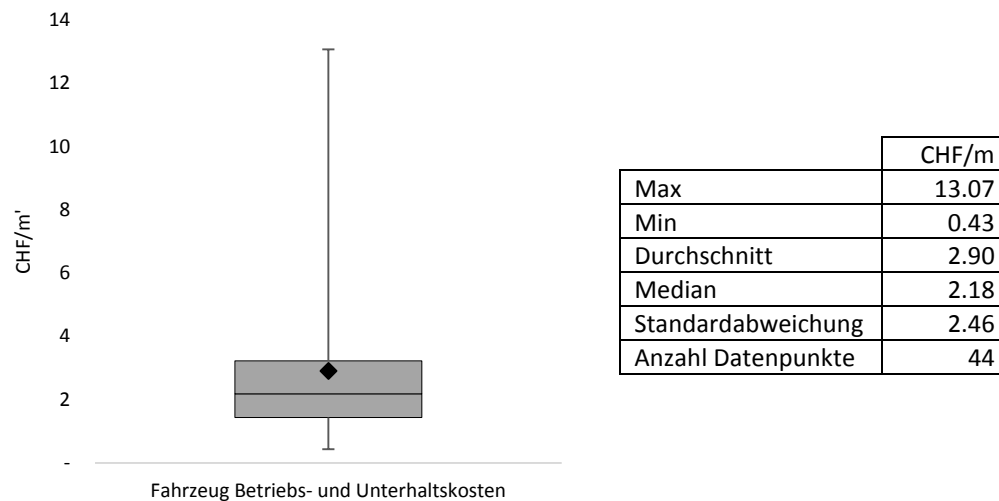


Abbildung 38: Box-and-whisker plot für Fahrzeugkosten / Laufmeter

Als Verhältnisgrösse wurde die Länge des Strassennetzes gewählt. Es wurde darauf verzichtet, die Anzahl Fahrzeuge zu verwenden, da gerade in kleineren Gemeinden die Mehrfachnutzungen bei Fahrzeugen zum Geschäftsmodell gehören.

Basierend auf den Angaben von 44 teilnehmenden Gemeinden ist eine Spannweite von 12.64 CHF/m bei den Ausgaben für die Fahrzeugkosten zu verzeichnen. Das Minimum liegt bei 0.43 CHF/m und das Maximum bei 13.07 CHF/m. Die Hälfte der Gemeinden (Interquartilsabstand) liegt zwischen 1.44 CHF/m und 3.23 CHF/m. Der Median liegt bei 2.18 CHF/m, der Durchschnittswert bei 2.90 und die Standardabweichung bei 2.46 CHF/m. Daraus zeigt sich, dass die Gemeinde mit den grössten Ausgaben für die Fahrzeuge rund 30 Mal höher ist, als die Gemeinde mit den geringsten Ausgaben umgerechnet pro Laufmeter Strasse.

Die Auswertung zielte im Grundsatz auf die Kennzahl „Kosten pro gefahrener Kilometer“ ab. Leider war die Erfassung der gefahrenen Kilometer sehr unvollständig. Deshalb hat man sich entschieden, die Fahrzeugkosten auf die Länge des Streckennetzes abzurechnen. Es ist uns bewusst, dass Gemeinden mit einem kleinen Netz zwangsläufig höhere Laufmeterkosten generieren. Es gibt aber dennoch die Möglichkeit, diese Kosten zu vergleichen. Der Ansatz nach der Anzahl Fahrzeuge wurde ebenfalls verworfen, da auf dieser Aggregationsstufe die unterschiedlichen Fahrzeugtypen nicht berücksichtigt werden.

6.4.2 Zusätzliche Vergleichsgrößen Gemeindestrassen

Im vorangehenden Kapitel wurden die Kosten auf Stufe Kostenkategorie und Kostentyp zusammengetragen. Für die Differenzierung der Angaben bietet sich an, weitere Faktoren in Bezug zu nehmen. Diese zusätzlichen Vergleichsgrößen werden nur tabellarisch aufgeführt und müssen bei einer genaueren Betrachtung im Einzelfall geprüft werden. Die entsprechende Analyse trägt aber zur besseren Verständlichkeit der Unterschiede in den Kosten bei (inkl. Bezug/Codierung aus dem Fragebogen).

6.4.2.1 Kleiner Baulicher Unterhalt

Die Tabelle 64 zeigt zusätzliche Vergleichsgrößen für den kleinen baulichen Unterhalt.

Tabelle 64: Zusätzliche Vergleichsgrößen kleiner baulicher Unterhalt

Vergleichsgröße	Bemerkung
Zustand der Verkehrsfläche 3.2.1 (Durchschnittswert)	Der Zustand kann als Hinweis bezüglich der gewählten oder der anzustrebenden Strategie in Sachen kleinem baulichen Unterhalt herangezogen werden
Vergleich Personalkosten zu Fremdkosten -> Fremdkostenanteil (2.4.1 / 2.2.2)	Gibt einen Hinweis auf die Sourcing-Strategie, mit entsprechender Auswirkung auf interne Mitarbeiter
Kilometerleistung Fahrzeuge im Verhältnis zur Netzlänge (2.7.2 / 1.1)	Die Kilometerleistung der eigenen Fahrzeuge ist ein Indikator für die Mobilität innerhalb der Gemeinde
Frostwechsel pro Jahr (Temperatur 2m über Boden)	Die Anzahl Frostwechsel kann als Hinweis dienen, wie die Belastung bezüglich Winterkälte ist
Verkehrsflächen mit Busbetrieb zur Gesamtfläche Verkehr (1.13.2/1.2.1)	Der strassengebunden öffentliche Verkehr belastet die Strassen in ähnlicher Weise wie Schwerverkehr und könnte so als Indikator für die Abnutzung der Gemeindestrassen sein.
Verhältnis Strassen-innerorts / Gesamtstrassenfläche (1.9 / 1.2.1)	Das Verhältnis kann als Indikator herangezogen werden, wie stark die Strassen belastet sind (Annäherung, da oftmals die Belastungszahlen auf Gemeindestrassen nicht zur Verfügung stehen)

6.4.2.2 Reinigung

Die Tabelle 65 zeigt zusätzliche Vergleichsgrößen für die Reinigung.

Tabelle 65: Zusätzliche Vergleichsgrößen Reinigung

Vergleichsgröße	Bemerkung
Betriebsstunden Reinigungsfahrzeug zu Reinigungsfläche (normalisiert) (2.7.3/(Fläche normalisiert))	Aussage zur Effizienz pro Fläche
Ratio Reinigungsfläche zu Gesamtfläche (Fläche normalisiert)/(1.2+1.3+1.4)	Aussage zum Leistungsniveau
Fremdkosten pro Schacht (1.8.1/2.4.2)	Benchmark für Ausschreibungen
Abfalleimer pro Laufmeter Verkehrsnetz; ((5.4.5+5.4.6) / 1.1) Abfalleimer pro Quadratmeter Verkehrsfläche ((5.4.5+5.4.6) / (1.2+1.3+1.4))	Aussage bezüglich Dichte von Entsorgungsbehältnissen. Gibt einen Hinweis auf die Reinigungsstrategie
Leerungsintervall der Abfalleimer zur Anzahl Abfalleimer (5.4.5+5.4.6)/(4.3.7-4.3.9)	Aussage zum Leistungsniveau

Kapitel 6 - Kennzahlen

6.4.2.3 Grünpflege

Die Tabelle 66 zeigt zusätzliche Vergleichsgrößen für die Grünpflege.

Tabelle 66: Zusätzliche Vergleichsgrößen Grünpflege

Vergleichsgrösse	Bemerkung
Relation interne Leistungen zu Fremdleistung ((2.2.4+2.8.4)/2.4.3)	Gibt einen Hinweis auf die Sourcing-Strategie, mit entsprechender Auswirkung auf interne Mitarbeiter

6.4.2.4 Winterdienst

Die Tabelle 67 zeigt zusätzliche Vergleichsgrößen für den Winterdienst.

Tabelle 67: Zusätzliche Vergleichsgrößen Winterdienst

Vergleichsgrösse	Bemerkung
Salzverbrauch pro m ² (2.8.8 / (1.2+1.4))	Ansatz für eine „Winterstrategie“
Salzverbrauch pro Anzahl Tage unter 0°C (2.8.8/6.2.2)	Ansatz für eine „Winterstrategie“
Anzahl Pflüge/Salzstreuer pro m ² (2.5.4/(1.2+1.3+1.4)), (2.5.5/(1.2+1.4))	Ansatz für eine „Winterstrategie“
Standard A zu Gesamtfläche – Ansatz des Leistungsniveau (4.6.1/(1.2+1.3+1.4)) Verkehrsbelastung zu Standard A Flächen – (1.13.2 / 4.6.1)	Ansatz für eine „Winterstrategie“ – Aussage bezüglich Leistungsniveau; inkl. Abhängigkeit zur Verkehrsbelastung
Eigenleistung zu Fremdleistung (2.2.5/2.4.4)	Gibt einen Hinweis auf die Sourcing-Strategie

6.4.2.5 Tech. Dienste / Strassenbeleuchtung

Die Tabelle 68 zeigt zusätzliche Vergleichsgrößen für die technischen Dienste.

Tabelle 68: Zusätzliche Vergleichsgrößen techn. Dienste / Strassenbeleuchtung

Vergleichsgrösse	Bemerkung
Stromverbrauch pro Leuchte 5.1.2/5.1.1)	Vergleichswerte geben Hinweis zur Leistungsfähigkeit der Leuchten
Leuchtendichte pro Laufmeter Strasse (5.1.1/1.1)	Vergleichswerte – oftmals geregelt durch Anforderungen an die Ausleuchtung; kann Hinweis auf die Beleuchtungsstrategie sein
Kosten pro Leuchtpunkt ((2.2.6+2.4.5+2.8.6)/5.1.1)	Vergleichswert für internes und externes Benchmarking

6.4.2.6 Overhead

Die Tabelle 69) zeigt zusätzliche Vergleichsgrößen für die Overheadkosten.

Tabelle 69: Zusätzliche Vergleichsgrößen Overhead

Vergleichsgrösse	Bemerkung
Aufwand pro Std. operativer Aufwand (2.2.7+2.2.8+2.2.9)/ (2.2.2+2.2.3+2.2.4+2.2.5+2.2.6)	Vergleichswert für internes und externes Benchmarking
Aufwand pro operativer MA (2.2.7+2.2.8+2.2.9)/2.1.1	Vergleichswert für internes und externes Benchmarking
Aufwand OH zu Fremdleistungen (mehr Vergaben) ((2.2.7+2.2.8+2.2.9)/2.4)	Vergleichswert für internes und externes Benchmarking
Anzahl Std. pro m ² (2.3.7+2.3.8+2.3.9)/(1.2+1.4)	Vergleichswert für internes und externes Benchmarking

Kapitel 6 - Kennzahlen

6.4.2.7 Fahrzeuge

Die Tabelle 70 zeigt zusätzliche Vergleichsgrößen für die Fahrzeuge.

Tabelle 70: Zusätzliche Vergleichsgrößen Fahrzeuge

Vergleichsgröße	Bemerkung
Relation Mitarbeitende zur Anzahl Fahrzeuge als Zeichen der Mobilität (2.1.1/2.5.1)	Indikator für die mögliche Mobilität der Mitarbeitenden
Gefahrene km im Vergleich zu dem Streckennetz (Laufmeter) (2.7.2/1.1)	Die Kilometerleistung der eigenen Fahrzeuge ist ein Indikator für die Mobilität innerhalb der Gemeinde
Verbrauch Betriebsstoffe pro km ² .6.2/2.7.2	Vergleichswert für internes und externes Benchmarking – Aussage bezüglich der Fahrzeugflotte (bspw. Benzin, Diesel, Elektro)
Aufwand Fz-Park pro gefahrenem Kilometer ((2.6.1+2.6.2)/2.7.2)	Vergleichswert für internes und externes Benchmarking

6.5 Kennzahlensystem Privatbahnen

Ein Kennzahlensystem kann für den Bereich des betrieblichen Unterhalts und die Instandhaltung der baulichen Infrastruktur und der elektrischen Anlagen einen sehr grossen Umfang annehmen. Viele Aspekte können in diesem vielschichtigen Aufgabengebiet untersucht und beleuchtet werden. Wie eingangs Kapitel erwähnt, wird dem Ansatz der Kostenstruktur gefolgt. Diese gibt die inhaltliche Struktur des Kennzahlensystems vor. Für weiter Untersuchungen können diese Aggregationsstufen vertieft und mit weiteren Einflussfaktoren ergänzt werden.

6.5.1 Grundkennzahlen Privatbahnen

Das Kennzahlensystem umfasst die folgenden Grundkennzahlen (Tabelle 71)

Tabelle 71: Kennzahlensystem Privatbahnen

Kennzahl	Beschrieb	Begründung
Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung / Hauptgleiskilometer	Sämtliche Kosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung einer Privatbahn werden in Relation zu den Hauptgleiskilometern gestellt.	Diese Kennzahl vermittelt zum Einen einen Einstieg, um Vergleiche mit anderen Privatbahnen durchzuführen „wie stehen wir im Vergleich“ zu anderen Privatbahnen; zum Anderen kann dies in einer langfristigen Betrachtung aufzeigen, wie sich eine Entwicklung bei der Privatbahn abzeichnet. Die Aggregierungsstufe ist bewusst hoch gehalten.
Kosten Instandhaltung und Überwachung bauliche Infrastruktur ²⁷ / Hauptgleiskilometer	Die Kosten für den Unterhalt und die Überwachung bei der baulichen Infrastruktur werden in Relation zu den Hauptgleiskilometern gestellt.	Der sichere Bahnbetrieb ist die wichtigste Aufgabe für den Unterhalt und die Überwachung der baulichen Infrastruktur. Auch wenn es Unterschiede in den Voraussetzungen der Bahnen gibt, kann diese Kennzahl als Vergleichswert herangezogen werden. Zudem ermöglicht eine zukunftsorientierte Instandhaltung, dass der Verfall der Infrastruktur verlangsamt werden kann.
Kosten Reinigung und Winterdienst / Anzahl Bahnstation	Die Kosten für die Reinigung und den Winterdienst werden in Relation zur Anzahl Bahnstationen gesetzt.	Die Datenlage hat uns bewogen, diese beiden Bereiche Reinigung und Winterdienst in einer Kennzahl zusammenzufassen. Bei verschiedenen Bahnen ist die gleiche Organisationseinheit für diese beiden Tätigkeiten zuständig. Zudem beschränkten sich die Tätigkeiten (insbesondere bei Bahnen mit einem Streckennetz unter 1'000 m.ü.M.) auf Arbeiten im Bereich der Bahnstationen. Damit begründet sich auch, dass die Kosten in Relation zu den Bahnstationen gestellt wurden. – Für „Gebirgsbahnen“ müssen diese Werte mit Vorsicht verwendet werden, da bei diesen Bahnen zuweilen Winterdienstarbeiten auf der Strecke in erheblichem Ausmass notwendig werden.

²⁷ Bauliche Infrastruktur umfasst die Fahrbahn/Oberbau, Kunstbauten und Publikumsanlagen

Tabelle 71 (fortgesetzt)

Kennzahl	Beschrieb	Begründung
Kosten Grünpflege / Hauptgleiskilometer	Die Kosten für die Grünpflege werden in Relation zu den Hauptgleiskilometern gesetzt.	Widererwartens wird die Kennzahl für die Kosten Grünpflege in Relation zu den Hauptgleiskilometern gesetzt. Dies ausschliesslich aus dem Grund, dass in der Regel die Grünflächen bei den Bahnen nur ungenügend bekannt sind. Zuweilen ist ein Grünkataster im Aufbau. Dieser Ansatz ist für die Zukunft zu prüfen.
Kosten Instandhaltungskosten elektrische Anlagen ²⁸ / Hauptgleiskilometer	Die Kosten für die elektrischen Anlagen werden in Relation zu den Hauptgleiskilometern gesetzt.	Da die Anzahl und Art der elektrischen Anlagen sich bei den untersuchten Bahnen sehr heterogen zusammensetzt, sah man sich gezwungen, diese Kennzahl ebenfalls in Relation zum Streckennetz zu setzen. Für die Zukunft stellt sich die Frage nach einem Clustering nach ähnlichen Anlagentypen. Hierzu wäre aber eine Homogenisierung in den Daten eine Voraussetzung (vgl. Vorgaben Kontenplänen).
Overhead-Kosten / Hauptgleiskilometer	Die Overhead-Kosten werden in Relation zu den Hauptgleiskilometern gesetzt.	Sämtliche Kosten der Führung, Controlling und Administration sind in dieser Kostenposition zusammengefasst. Auch wenn die Trennung der Aufgaben für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung von anderen Tätigkeiten (bspw. Investitionsprojekte) im Bereich der technischen Infrastruktur erfahrungsgemäss schwierig ist, soll dies auf die Netzlänge umgelegt werden, um eine Kennzahl zu erhalten. – Die Verwendung in der Praxis entscheidet über die Sinnhaftigkeit dieser Kennzahl.
Fahrzeugkosten / Hauptgleiskilometer ²⁹	Die Fahrzeugkosten werden auf die Netzlänge umgelegt.	Sämtliche Kosten für den Betrieb und Unterhalt der Fahrzeuge und Geräte sind in dieser Kostenposition zusammengefasst. Idealerweise wäre eine Umlegung auf die zurückgelegten Kilometer die sinnvollste Kennzahl. Leider sind diese Angaben für den Betrieb und Unterhalt bei den Privatbahnen in der Regel nicht greifbar. Aus diesem Grund wurde die Umlegung auf die Netzlänge als naheliegend erachtet und ausgewählt.

Diese Grundkennzahlen lassen keinen direkten Schluss zu, welche Betriebsorganisation ihre Aufgaben am effizientesten löst. Viele Einflussfaktoren haben ihre Wirkung auf diese Kennzahlen. Aber sie ermöglichen eine Abschätzung, welche Bereiche des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung genauer untersucht werden sollen. Unter der Berücksichtigung der Leistungs- und Schlüsselleistungsindikatoren, wie sie in der Datenauswertung im Kapitel 5 ermittelt wurden, können helfen die entsprechenden Schlüsse zu ziehen und Massnahmen für eine Optimierung und Effizienzsteigerung zu entwickeln und in Angriff zu nehmen.

²⁸ Elektrische Anlagen umfassen Bahnstromanlagen, Sicherungsanlagen, Niederspannungsanlagen und Kommunikationsanlagen

²⁹ Infolge der dünnen Datenlage konnte diese Kennzahl nicht ermittelt werden

Da die Daten bei den Privatbahnen sehr heterogen und unterschiedlich vollständig waren, wurden Kennzahlen gebildet, welche einen Vergleich zulassen. Es wäre von grosser Bedeutung, wenn in den Werten eine homogenere Erfassung erreicht werden könnte.

6.5.2 Kennzahlenvertiefung Privatbahnen

Für die vertiefte Analyse eine Betriebsorganisation sind die vorab aufgeführten Grundkennzahlen (Fokus Kostenkategorien) durch Kennzahlen der spezifischen Kostentypen zu ergänzen (Tabelle 72).

Diese Kennzahlen bilden den Kern des Kennzahlensystems Privatbahnen. In Bezug auf die einzelnen Kostenkategorien werden die Kennzahlen für die Kostentypen ergänzt. An dieser Stelle wird darauf verzichtet, weitere Kennzahlen explizit aufzuführen.

Tabelle 72: Kennzahlensystem Privatbahn – Grundkennzahlen ergänzt

Grundkennzahl	Kennzahl Kostentypen	Beschrieb
Kosten Instandhaltung und Überwachung bauliche Infrastruktur / Hauptgleiskilometer	<ul style="list-style-type: none"> • Personalkosten / Hauptgleiskilometer • Sach- und Materialkosten / Hauptgleiskilometer • Fremdkosten / Hauptgleiskilometer 	Die aggregierten Kennzahlen auf Stufe der Kostenkategorien können so bis auf die Kostentypen differenziert werden. Damit kann auf einer tieferliegenden Stufe die Beurteilung mit Kennzahlen erschlossen werden. Dies setzt aber voraus, dass diese Daten entsprechend vorhanden sind. Die Differenzierung von internen (Personal, Sach- und Materialkosten) und externen (Fremd)Kosten ermöglicht einen Einblick in die Sourcingstrategien einer Betreiberorganisation.
Kosten Reinigung und Winterdienst / Bahnstation	<ul style="list-style-type: none"> • Personalkosten / Anzahl Bahnstationen • Sach- und Materialkosten / Anzahl Bahnstationen • Fremdkosten / Anzahl Bahnstationen 	Auch auf dieser Stufe soll für die Zukunft angestrebt werden, dass diese Kosten in Relation zu eine besser passenden Masseinheit erfolgen können – beispielsweise Flächen der Publikumsanlagen.
Kosten Grünpflege / Hauptgleiskilometer	<ul style="list-style-type: none"> • Personalkosten / Hauptgleiskilometer • Sach- und Materialkosten / Hauptgleiskilometer • Fremdkosten / Hauptgleiskilometer 	Auch auf dieser Stufe soll für die Zukunft angestrebt werden, dass diese Kosten in Relation zur effektiven Grünfläche gesetzt werden können.
Kosten Instandhaltungskosten elektrische Anlagen / Hauptgleiskilometer	<ul style="list-style-type: none"> • Personalkosten / Hauptgleiskilometer • Sach- und Materialkosten / Hauptgleiskilometer • Fremdkosten / Hauptgleiskilometer 	Vorerst steht keine andere Masseinheit im Vordergrund, um die Kostentypen der elektrischen Anlagen in Relation zu setzen als die Hauptgleiskilometer. Es ist zu prüfen, ob dieser Anlagentyp vorerst nicht ins Kennzahlensystem verbleiben soll.

6.6 Kontenplan Privatbahnen – ein Vorschlag

Wichtig ist die Granularität der Daten, welche dem vorgeschlagenen Kennzahlensystem zu Grunde liegt. In Ergänzung, dass die Auswertung mit qualitativ und quantitativ angereicherten Daten erneute erfolgen soll, ist anzustreben, dass weiter Fragen im Fragebogen verbleiben. Das vorgeschlagene Kennzahlensystem benötigt einheitliche Angaben der teilnehmenden Privatbahnen. Damit dies weitestgehend möglich ist, wird ein spezifischer Kontenplan vorausgesetzt. Dieser Kontenplan hat einen spezifischen Struktur und einen spezifischen Inhalt in Bezug auf die notwendigen

Informationen, welche regelmässig erfasst werden sollen. Mit der Verwendung dieser einheitlichen Angaben kann auch das vorgeschlagene Kennzahlensystem seine Aussagekraft erhalten.

Da bei den Bahnen festgestellt wurde, dass sie in einem erheblichen Mass thematisch unterschiedlich strukturierte Buchhaltungen führen (in Bezug auf den betrieblichen Unterhalt der Infrastruktur). Ist eine Homogenisierung in den Kontenplanen ein grosser Schritt in ein mögliches Kennzahlensystem für diese Branche. Im nachfolgenden Kapitel 6.7 Kennzahlen Privatbahnen wird ersichtlich, dass die Werte zum Teil sehr unterschiedlich ausfallen.

Der Kontenplan sollte sich nach folgender Struktur aufbauen:

- a) infrastrukturellen Teil (INFRA: Grunddaten zu den Privatbahnen und den zugehörigen Anlageteilen)
- b) betriebswirtschaftlichen Teil (ECON: Kostenkomponenten und zeitlicher Aufwand für die Instandhaltung und Überwachung) und einem
- c) Teil Leistungsniveaus (LN) zusammen (Tabelle 73)

Tabelle 73: Kontenplan für Privatbahnen

Teil	Messgrösse	Definition
INFRA	Länge des Netzwerkes	Länge des Hauptgleises
INFRA	Zustand des Netzwerkes*	Durchschnittswert über das ganze Streckennetz Kategorien nach Zustandsklassen (vgl. Netzzustandsbericht der Bahnen)
INFRA	Grünflächen	Grünflächen im Gleisperimeter
INFRA	Flächen Publikumsanlagen	Perronflächen bei Publikumsanlagen; allfällige weitere Flächen welche durch die Organisationseinheit Infrastruktur Betrieb betreut wird.
INFRA	Ausrüstung	Anzahl Weichen Anzahl Bahnübergänge Anzahl Publikumsanlagen
ECON	Personalaufwand (Std.)	Für die Kategorien: - Bauliche Infrastruktur - Winterdienst und Reinigung - Grünpflege im Gleisperimeter - Fahrzeugunterhalt - Elektrische Anlagen - Overhead
ECON	Personalkosten (CHF)	Für die Kategorien: - Bauliche Infrastruktur - Winterdienst und Reinigung - Grünpflege im Gleisperimeter - Fahrzeugunterhalt - Elektrische Anlagen - Overhead
ECON	Sach- und Materialaufwand**	Für die Kategorien: - Bauliche Infrastruktur - Winterdienst und Reinigung - Grünpflege im Gleisperimeter - Fahrzeugunterhalt - Elektrische Anlagen - Overhead

Tabelle 73 (fortgesetzt)

Teil	Messgrösse	Definition
ECON	Kosten Fremdleistungen	Für die Kategorien: <ul style="list-style-type: none"> - Kleiner baulicher Unterhalt - Winterdienst und Reinigung - Grünpflege im Gleisperimeter - Fahrzeugunterhalt - Elektrische Anlagen
LN	Leistungsniveaus Reinigung	Wie oft werden welche Flächen gereinigt (Einteilung der Flächen in Kategorien wie 365x im Jahr, 52x im Jahr, 12x im Jahr, x-Mal im Jahr)
LN	Leistungsniveaus Grünpflege	Wie oft werden welche Flächen gepflegt (Einteilung der Flächen in Kategorien wie 1x im Jahr, 2x im Jahr, mehr als 2x im Jahr)

* Für das gegenwärtige Kennzahlensystem wird der Zustand der Anlagen nicht in den direkten Vergleich aufgenommen. Trotzdem scheinen diese Werte künftig von grösser werdender Bedeutung. Dies ist auch ersichtlich, da die Bahnen seit 2015 einen Netzzustandsbericht gemäss RTE 29000 ans BAV abgeben müssen.

** Die Problematik liegt darin, dass bei etlichen Bahnunternehmungen nicht unterscheiden wird, ob es sich um Sach- und Materialkosten oder um Fremdkosten handelt. Bis anhin war nicht entscheidend ob Leistungen oder Sachen eingekauft wurden. Dies wird unter externen Leistungen verbucht. Da es einfach ist, diese Aggregation im Nachgang zu machen, als Werte zu disaggregieren, soll diese Aufteilung angestrebt werden. Auch für eine künftige Anpassung der Auswertung.

Systemkomponenten bei den elektrischen Anlagen geben oftmals das Intervall der Kontrolle bzw. Überprüfung vor. Diesbezüglich von Dienstleistungsniveaus zu sprechen ist nicht geeignet. Eine Veränderung in der Technologie führt oftmals zu anderen Intervallen, was wiederum zu anderen Aufgaben führen kann. Es wurde festgestellt, dass noch nicht durchs Band mit Leistungsniveaus gearbeitet wird. Die Vorgabe wird viel mehr durch den Bedarf gesteuert. Bei der Grünpflege kommt hinzu, dass vielerorts die Flächen noch nicht bekannt sind, bez. Diese keinen so grossen Stellenwert haben.

6.7 Kennzahlen Privatbahnen

Die verwendeten Messgrößen für die gesamte Überwachung und Instandhaltung der untersuchten Unterhaltsmassnahmen (ohne Instandsetzung) bei den Privatbahnen und deren Kostenkategorien ist in den folgenden Benchmarkdarstellungen zusammengetragen. Die folgende Liste fasst die Kennzahlen zusammen (Tabelle 74).

Tabelle 74: Kennzahlen Privatbahnen

Bereich	Vergleich	Begründung
Gesamtsicht betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung	Gesamtkosten Überwachung und Instandhaltung / Hauptgleiskilometer	Die Kennzahl pro Hauptgleiskilometer ermöglicht eine allgemeine Abschätzung zu den eingesetzten Mittel.
Infrastruktur Bau	Kosten Instandhaltung und Überwachung Bau (Fahrbahn, Kunstbauten, Publikumsanlagen) / Hauptgleiskilometer	Die Kennzahl pro Hauptgleiskilometer ermöglicht eine bereichsspezifische Abschätzung der eingesetzten Mittel.
Reinigung / Winterdienst	Kosten Reinigung und Winterdienst / Anzahl Bahnhöfe	Die Kennzahl pro Anzahl Bahnhöfe ermöglicht eine bereichsspezifische Abschätzung der eingesetzten Mittel.
Grünpflege	Kosten Grünpflege / Hauptgleiskilometer	Die Kennzahl pro Hauptgleiskilometer ermöglicht eine bereichsspezifische Abschätzung der eingesetzten Mittel.
Elektrische Anlagen	Kosten Instandhaltung und Überwachung EA (Bahnstromanlagen, Sicherungsanlagen, Niederspannungsanlagen) / Hauptgleiskilometer	Die Kennzahl pro Hauptgleiskilometer ermöglicht eine bereichsspezifische Abschätzung der eingesetzten Mittel.
Overhead	Overhead-Kosten / Hauptgleiskilometer	Die Kennzahl pro Hauptgleiskilometer ermöglicht eine bereichsspezifische Abschätzung der eingesetzten Mittel.
Fahrzeuge	Fahrzeugkosten / Hauptgleiskilometer	Die Kennzahl pro Hauptgleiskilometer ermöglicht eine bereichsspezifische Abschätzung der eingesetzten Mittel pro Laufmeter Geleise.

Unter der Berücksichtigung, dass die Kosteninformationen bei den Bahnen zum Teil nur lückenhaft zusammengetragen werden konnten, ist bei der Interpretation und insbesondere bei der Verwendung dieser Resultate bis zu einem gewissen Grade Vorsicht geboten. Trotz der angetönten Lücken wurden die vorhandenen Angaben in den folgenden Darstellungen verwendet.

6.7.1 Übersicht Kennzahlen Privatbahnen

Um die meisten Daten gesammelt zu bekommen, in einigen Fällen wurden die Angaben von den teilnehmenden Organisationen zur Verfügung gestellt (beispielsweise fehlende Daten wie in Tabelle 20 angegeben), wurden als kleinste Werte behandelt (beinahe Null) um rechnergestützte Fehler zu vermeiden. Aus diesem Grund sind nicht alle Kosten bei den Privatbahnen vollständig. Dies muss in Erinnerung bleiben, wenn man die folgenden Kapitel durch geht.

6.7.1.1 Gesamtkosten Überwachung und Instandhaltung / Hauptgleiskilometer

Die allgemeine Statistik der Benchmarks ist in der Abbildung 39 zusammengefasst.

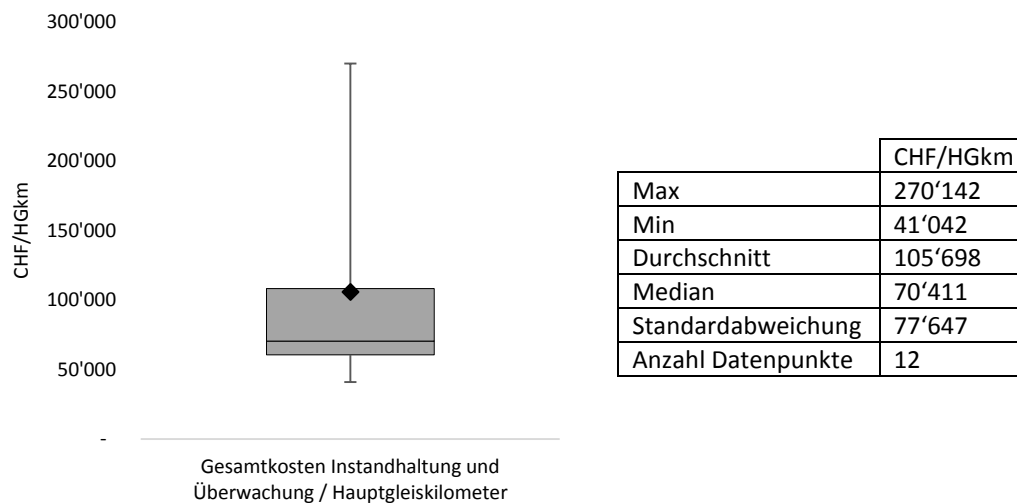


Abbildung 39: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Gesamtkosten Überwachung und Instandhaltung / Hauptgleiskilometer

Basierend auf den Angaben von 12 teilnehmenden Privatbahnen liegt die Spannweite für diesen Benchmark bei 229'100 CHF/HGkm. Das Maximum liegt bei 270'142 CHF/HGkm und das Minimum liegt bei 41'042 CHF/HGkm. Die Hälfte der Transportunternehmen geben zwischen 60'623 und 108'181 CHF/HGkm aus (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 70'411 CHF/HGkm, der Durchschnitt bei 105'698 CHF/HGkm wobei die Standardabweichung 77'647 CHF/HGkm umfasst. Das untere Quartils-Intervall liegt zwischen 41'042 CHF/HGkm und 60'623 CHF/HGkm, während das obere Quartils-Intervall zwischen 108'141 CHF/HGkm und 270'142 CHF/HGkm zu liegen kommt.

Aus den Angaben geht hervor, dass die Bahnunternehmung mit den höchsten Ausgaben rund 6.5 Mal mehr ausgibt pro HGkm als die Bahn mit den geringsten Ausgaben. In Bezug auf den Durchschnitt liegt der Faktor bei 2.56, welcher mehr ausgegeben wird.

Die Höchsten Werte werden bei städtischen Transportunternehmen festgestellt. Es zeigt sich, dass bei Bahnen mit kürzeren Streckennetzen tendenziell höhere Kosten pro HGkm haben. Zudem zeigt sich, dass bei Bahnen mit hohen Fremdkosten auch die Gesamtkosten zuweilen höher sind. Eine klare Regel, ist allerdings in der Summe nicht zu entdecken. Es zeigt sich, dass in dieser Aggregation eine klare Festlegung der Kostentreiber nicht ersichtlich ist (Personalkosten pro HGkm). Eine Schwierigkeit bilden die Lücken in der Datenlage, so dass ein Vergleich zuweilen schwierig ist.

Dieser Benchmark zeigt einen groben Überblick und ist eine Richtgrösse. Die folgenden Benchmarks zeigen vertiefter auf, wo die einzelnen Bahnen im schweizweiten Vergleich zu liegen kommen.

6.7.1.2 Kosten Instandhaltung und Überwachung Bau (Fahrbahn, Kunstbauten, Publikumsanlagen) / Hauptgleiskilometer

Die allgemeine Statistik der Benchmarks ist in der Abbildung 40 zusammengefasst.

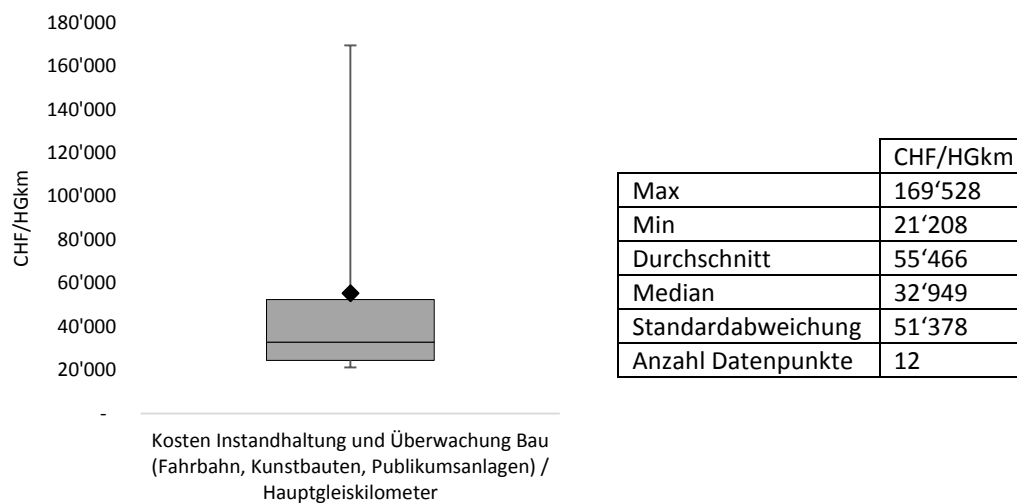


Abbildung 40: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Instandhaltung und Überwachung Bau / Hauptgleiskilometer

Basierend auf den Angaben von 12 teilnehmenden Transportunternehmen ergibt sich für diese Kostenkategorie eine Spannweite der Kosten pro Hauptgleiskilometer von 148'319 CHF/HGkm. Das Minimum liegt bei 21'208 CHF/HGkm und das Maximum bei 169'528 CHF/HGkm. Die Hälfte der Unternehmen liegt zwischen 24'472 CHF/HGkm und 52'508 CHF/HGkm (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 32'949 CHF/HGkm, der Durchschnitt bei 55'466 CHF/HGkm und die Standardabweichung bei 51'378 CHF/HGkm. Aus den Angaben geht hervor, dass die Bahn mit den höchsten Kosten rund acht Mal mehr ausgibt für die Überwachung und Instandhaltung von Fahrbahn, Kunstbauten und Publikumsanlagen) als die Bahn mit den geringsten Aufwendungen.

Diese doch erheblichen Unterschiede sind nicht wirklich erklärbar aufgrund von geografischer Lage, unterschiedlicher Leistungsniveaus oder aufgrund des Zustandes. Es ist eher damit zu begründen, dass die Datenerfassung gemäss dem Fragebogen nicht in derselben Granularität vorhanden ist, wodurch gewisse Angaben nicht gleich erfasst werden. Dennoch kann dieser Wert als Richtgrösse in Bezug auf die Leistung angewandt werden. Die im Kapitel 5.5 evaluierten Leistungsindikatoren können hierzu eine gewisse Erklärung geben bzw. als Hinweis dienen.

Mit dem Vorschlag für einen einheitlichen Kontenplan (vgl. vorangehendes Kapitel) kann dieser heterogenen Datenlage entgegen gewirkt werden. Je nach Umsetzung der Ausgestaltung kann dies zu einer neuen Analyse führen.

6.7.1.3 Kosten Reinigung und Winterdienst / Anzahl Bahnhöfe

Die allgemeine Statistik der Benchmarks ist in der Abbildung 41 zusammengefasst.

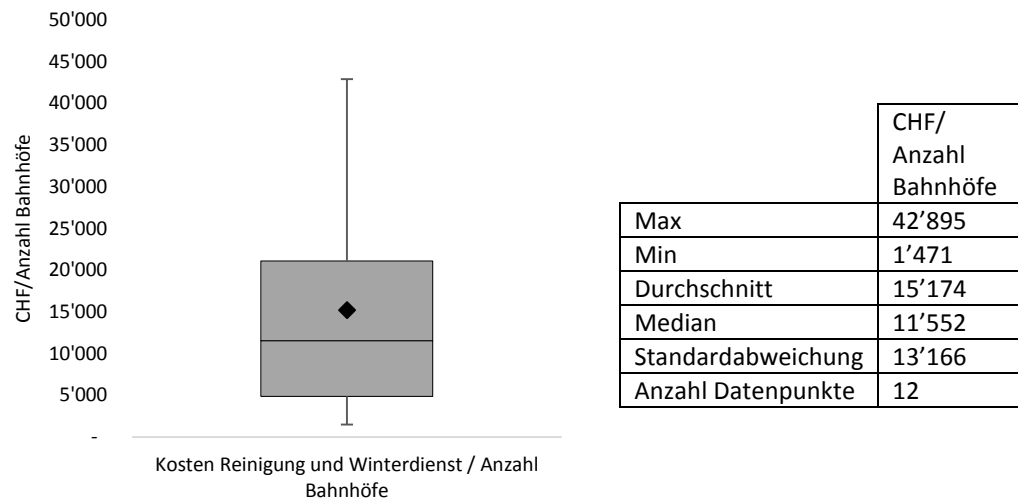


Abbildung 41: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Reinigung und Winterdienst / Anzahl Bahnhöfe

Obwohl sich sowohl Reinigung wie auch der Winterdienst nicht ausschliesslich auf einzelne Bahnhöfe beschränkt, wurde für die Gegenüberstellung der Bahnen hierbei die Anzahl Bahnhöfe in den Nenner gestellt. Bei Gebirgsbahnen ist der Winterdienst auf der Strecke nicht zu unterschätzen und schlägt sich in der Aggregation entsprechend nieder.

Basierend auf den Angaben von 12 teilnehmenden Transportunternehmen ergibt sich für die Kostenkategorie Reinigung / Winterdienst eine Spanweite der Kosten pro Bahnhof von 41'424 CHF pro Bahnhof. Das Minimum liegt bei 1'417 CHF und das Maximum bei 421'865 CHF pro Bahnhof. Die Hälfte der Unternehmen liegt zwischen 4'883 CHF und 21'087 CHF pro Bahnhof (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 11'552 CHF, der Durchschnitt bei 15'174 CHF und die Standardabweichung bei 13'166 CHF pro Bahnhof. Aus den Angaben geht hervor, dass die Bahn mit den höchste Kosten rund 29 Mal mehr ausgibt für die Reinigung/Winterdienst, als die Bahn mit den geringsten Aufwendungen.

Wie eingangs erklärt sind Unterschiede zumindest teilweise durch den Unterschied ob Gebirgsbahn (oder nicht) zu erklären. Zudem sind auch die Leistungsniveaus in Bezug auf die Reinigung von Bedeutung. Zudem sind die Angaben auch hier sehr heterogen und nur von 9 Bahnen vorhanden

Falls die Infrastrukturangaben bezüglich der Flächenangaben im Publikumsbereich vereinheitlicht werden können, kann zu einem späteren Zeitpunkt die Leistungen Reinigung und Winterdienst der Publikumsanlagen auf diese Flächen bezogen werden. Vorab wird weiterhin die Anzahl Bahnhöfe als Hilfsgrösse verwendet.

6.7.1.4 Kosten Grünpflege / Hauptgleiskilometer

Die allgemeine Statistik der Benchmarks ist in der Abbildung 42 zusammengefasst.

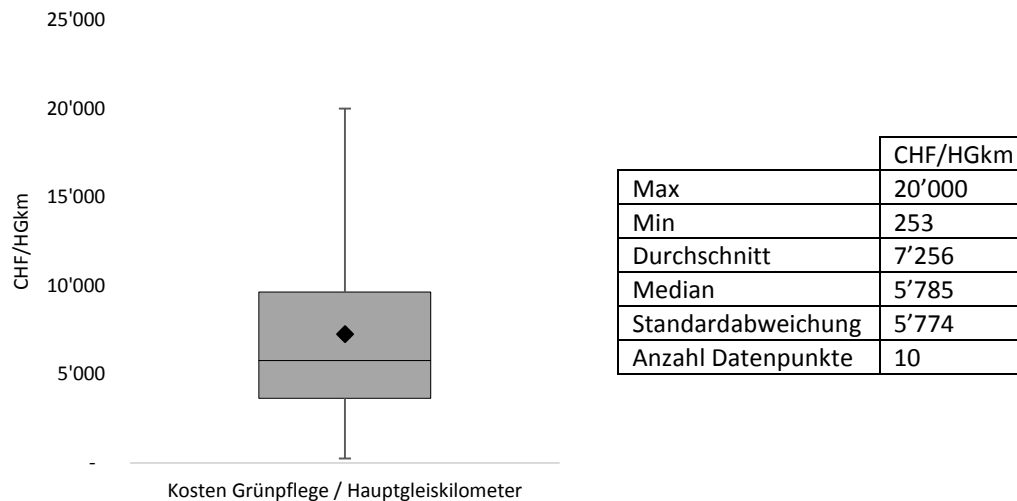


Abbildung 42: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Grünpflege / Hauptgleiskilometer

Infolge der sehr dünnen Datenlage bezüglich der zu bewirtschaftenden Grünflächen wurde für die Auswertung die Hauptgleiskilometer als Verhältnis Grösse gewählt, statt die zu erwartende, eher übliche gesamte, zu bewirtschaftende Grünfläche.

Basierend auf den Angaben von zehn teilnehmenden Bahnunternehmen liegt die Reichweite bei der Grünpflege umgerechnet auf den Hauptgleiskilometer bei 19'747 CHF/HGkm. Das Minimum liegt bei 253 CHF und das Maximum bei 20'000 CHF/HGkm (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 5'785 CHF/HGkm, der Durchschnitt bei 7'256 CHF/HGkm und die Standardabweichung bei 5'774 CHF/HGkm. Aus den Angaben geht hervor, dass die Bahn mit den höchsten Ausgaben für die Grünpflege rund 79 Mal mehr ausgibt umgerechnet auf den Hauptgleiskilometer.

Die grossen Unterschiede lassen sich darauf zurückführen, dass gewisse Bahnen viel weniger Grünpflege ausführen als andere oder die Angaben der Bahnen einfach nicht ausreichend differenzierbar und greifbar sind. Bezogen auf die gesamte Streckenlänge sind Bahnen mit eher kürzeren Streckennetzen und erhebliche Grünflächen mit dieser Auswertung etwas benachteiligt.

Damit dieser Bereich mit besseren Kennzahlen aufwarten kann, muss die Datengrundlage bereinigt werden. Zum einen muss besser bekannt werden, welche Flächen mit welchem Leistungsniveau bewirtschaftet werden. Mit der Einführung einer einheitlicheren Betrachtungsweise können Grünflächen unmittelbar in entsprechende Kategorien mit hinterlegten Leistungsniveaus eingeteilt werden. Folglich lassen sich auch in diesem Bereich aussagekräftigere Vergleiche herleiten.

6.7.1.5 Kosten Instandhaltung und Überwachung EA (Bahnstromanlagen, Sicherungsanlagen, Niederspannungsanlagen) / Hauptgleiskilometer

Die allgemeine Statistik der Benchmarks ist in der Abbildung 43 zusammengefasst.

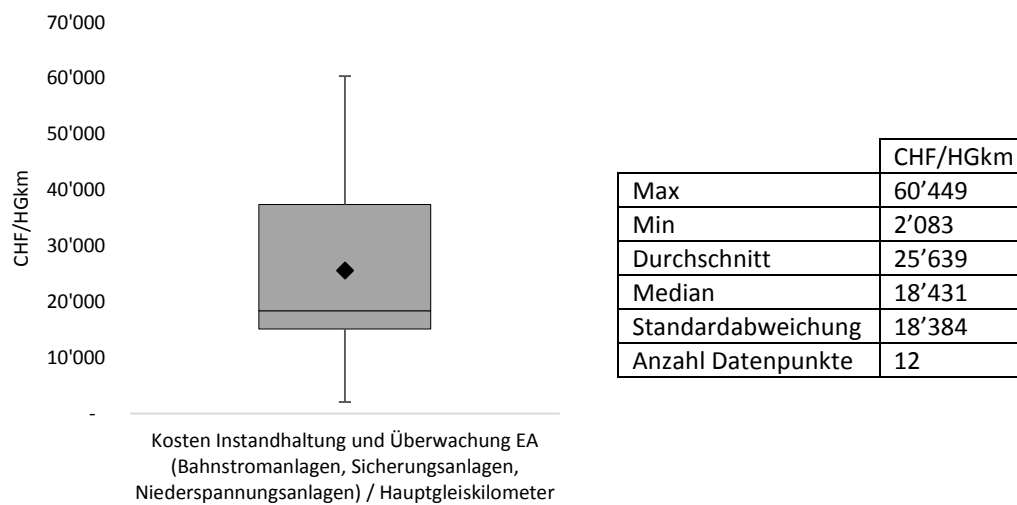


Abbildung 43: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Instandhaltung und Überwachung EA / Hauptgleiskilometer

Basierend auf den Angaben von 12 teilnehmenden Transportunternehmen ergibt sich für diese Kostenkategorie eine Spannweite der Kosten pro Hauptgleiskilometer von 58'366 CHF/HGkm. Das Minimum liegt bei 2'083 CHF/HGkm und das Maximum bei 60'449 CHF/HGkm. Die Hälfte der Bahnunternehmen liegt zwischen 15'132 CHF/HGkm und 37'460 CHF/HGkm (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 18'431 CHF/HGkm, der Durchschnitt bei 25'639 CHF/HGkm und die Standardabweichung bei 18'384 CHF/HGkm. Aus den Angaben geht hervor, dass die Bahn mit den höchsten Kosten rund 29 Mal mehr ausgibt für die Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen (Bahnstromanlagen, Sicherungsanlagen und Niederspannungsanlagen) als die Bahn mit den geringsten Aufwendungen.

Die sehr heterogene Zusammensetzung bei diesen Anlagentypen führt rasch zu sehr unterschiedlichen Kostensituationen. Hier müssen auch die Kostenpositionen überprüft werden (bspw. Bahnstrom). Eine Interpretation auf dieser Aggregationsebene ist sehr schwierig, da Werte sehr weit auseinander liegen. Zudem ist es mit 12 Datensätzen schwierig eine Tendenz festzustellen. Die Vereinheitlichung der Kontenpläne im Bereich der elektrischen Anlagen lässt es offen, ob in diesem Fall eine bessere Vergleichbarkeit erreicht werden kann.

6.7.1.6 Overhead-Kosten / Hauptgleiskilometer

Die allgemeine Statistik der Benchmarks ist in der Abbildung 44 zusammengefasst.

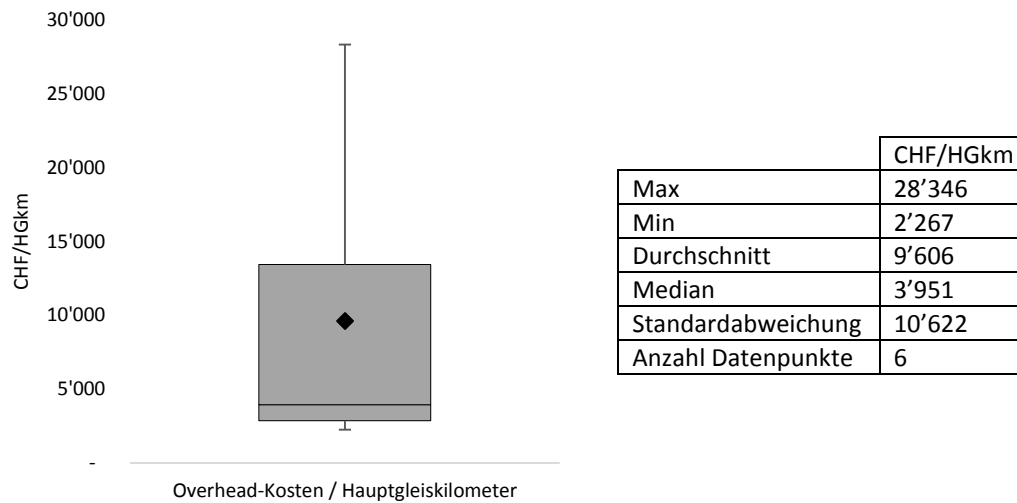


Abbildung 44: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Overhead-Kosten / Hauptgleiskilometer

Basierend auf den Angaben von 6 teilnehmenden Transportunternehmen ergibt sich für diese Kostenkategorie Overhead eine Spannweite der Kosten pro Hauptgleiskilometer von 26'079 CHF/HGkm. Das Minimum liegt bei 2'267 CHF/HGkm und das Maximum bei 28'346 CHF/HGkm. Die Hälfte der Bahnunternehmen liegt zwischen 2'865 CHF/HGkm und 13'452 CHF/HGkm (Interquartilsabstand). Der Median liegt bei 3'951 CHF/HGkm, der Durchschnitt bei 9'606 CHF/HGkm und die Standardabweichung bei 10'622 CHF/HGkm. Aus den Angaben geht hervor, dass die Bahn mit den höchste Kosten rund 13 Mal mehr ausgibt für den Overhead als die Bahn mit den geringsten Aufwendungen.

Aufgrund der sehr schmalen Datenlage (nur 6 Datensätze) kann keine schlüssige Aussage gemacht werden da die Datensehr heterogen liegen.

Analog zur Situation bei den Gemeinden wurde festgestellt, dass die Führungspersonen nicht ausschliesslich für den betrieblichen Unterhalt zuständig sind. Durchwegs werden unterschiedliche Aufgaben im Unterhalt, der Erhaltung und dem Neubau von Infrastrukturprojekten wahrgenommen. Dies führt dazu, dass die Differenzierung nicht messerscharf möglich ist und präzise Angaben hierzu fehlen.

6.7.1.7 Fahrzeugkosten / Hauptgleiskilometer

Die allgemeine Statistik der Benchmarks ist in der Abbildung 45 zusammengefasst.

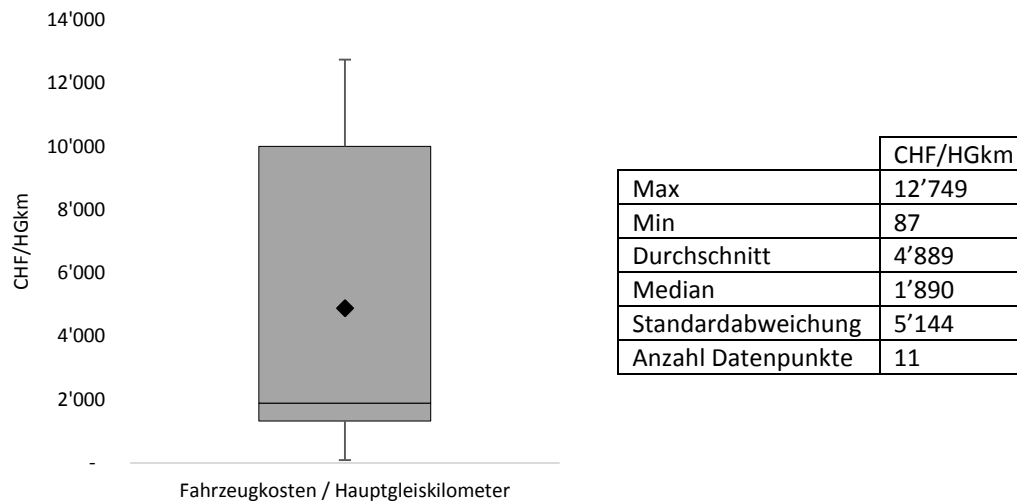


Abbildung 45: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Fahrzeugkosten / Hauptgleiskilometer

Basierend auf den Angaben von 11 teilnehmenden Bahnen ist eine Spannweite von 12'662 CHF/HGkm bei den Ausgaben für die Fahrzeuge zu verzeichnen. Das Minimum liegt bei 87 CHF/HGkm und das Maximum bei 12'749 CHF/HGkm. Die Hälfte der Bahnen (Interquartilsabstand) liegt zwischen 1'325 CHF/HGkm und 10'008 CHF/HGkm. Der Median liegt bei 1'890 CHF/HGkm, der Durchschnittswert bei 4'889 CHF und die Standardabweichung bei 5'144 CHF/HGkm. Daraus zeigt sich, dass die Privatbahn mit den grössten Ausgaben für die Fahrzeuge rund 146 Mal höher ist, als die Bahn mit den geringsten Ausgaben umgerechnet pro Hauptgleiskilometer.

Die Extremwerte noch oben wie nach unten lassen sich auf Grund sämtlicher Daten nicht erklären. In erster Linie sind die unteren Werte wohl darauf zurückzuführen, dass nicht die gleichen Kostenpositionen zusammengeführt werden. Hingegen sind beim Maximalwert wie Bahnstrom etc. enthalten. Es ist offensichtlich, dass hier ein einheitlicher Kontenplan massgeblich hilft vergleichbare Kennzahlen zu erhalten. Um die grossen Unterschiede erklären zu können sind somit weitere Angaben von Privatbahnen notwendig. Die vorliegenden Angaben sind zu heterogen für eine eindeutige Erklärung.

6.7.2 Zusätzliche Vergleichsgrößen Privatbahnen

Im vorangehenden Kapitel wurden die Kosten auf hoher Aggregationsstufe zusammengetragen. Für die Differenzierung der Angaben bietet sich an, weitere Faktoren in Bezug zu nehmen. Diese zusätzlichen Vergleichsgrößen werden nur tabellarisch aufgeführt und müssen bei einer genaueren Betrachtung im Einzelfall geprüft werden. Die Darstellung aller dieser Größen würde den Rahmen des Berichtes übersteigen. Die entsprechende Analyse trägt aber zur besseren Verständlichkeit der Unterschiede in den Kosten bei (inkl. Bezug/Codierung aus dem Fragebogen).

6.7.2.1 Überwachung und Instandhaltung bei Fahrbahn, Kunstbauten und Publikumsanlagen

Tabelle 75 zeigt die zusätzlichen Vergleichsgrößen für die Überwachung und Instandhaltung bei Fahrbahn, Kunstbauten und Publikumsanlagen.

Tabelle 75: Zusätzliche Vergleichsgrößen Fahrbahn, Kunstbauten und Publikumsanlagen

Vergleichsgrösse	Bemerkung
Anzahl Kunstbauten pro Hauptgleiskilometer (1.6.1+1.6.4+1.6.11)/1.1	Dieser Indikator ergibt ergänzende Ausgaben bezüglich der Anzahl Kunstbauten.
Bruttotonnenkilometer (3.6)	Die Verkehrsbelastung kann als Indikator für die Abnutzung herangezogen werden.
Weiche pro Kilometer (1.4/1.1)	Weichen sind im Unterhalt aufwendiger als die freie Strecke.
Vergleich Betriebszeiten (3.8)	Hinweis bezüglich Belastung über den Tag.
Zustand Fahrbahn (4.2)	Der Zustand kann als Hinweis bezüglich der gewählten oder der anzustrebenden Strategie dienen.
Zustand Weichen (4.4)	Der Zustand kann als Hinweis bezüglich der gewählten oder der anzustrebenden Strategie dienen.
Kosten pro Anzahl Anlage (2.2.3+2.4.3+2.11.2.3)/(1.7.1+1.7.2)	Hinweis bezüglich durchschnittlicher Kosten bei den Anlageteilen.
Kosten pro Flächen (Perronkörper, Flächen öffentl. Aufenthaltsbereiche, Parkplätze) (2.2.3+2.4.3+2.11.2.3)/(1.7.6+1.7.8+1.7.9)	Hinweis bezüglich Flächenkennzahlen

Kapitel 6 - Kennzahlen

6.7.2.2 Überwachung und Instandhaltung bei den elektrischen Anlagen

Tabelle 76 zeigt die zusätzlichen Vergleichsgrößen für die Überwachung und Instandhaltung bei den elektrischen Anlagen.

Tabelle 76: Zusätzliche Vergleichsgrößen elektrische Anlagen

Vergleichsgröße	Bemerkung
Summierte Anlageteile des Bahnstroms im Verhältnis zur Netzlänge $(1.11.2+1.11.3+1.11.4+1.11.5+1.11.6+1.11.7)/1.1$	Dient als Hinweis bezüglich Bahnstromausrüstung.
Summierte Anlageteile der Sicherheit im Verhältnis zur Netzlänge $(1.12.1+1.12.2)/1.1$	Dient als Hinweis bezüglich Anlagenteile der Bahnsicherheit
Zustand Bahnstromanlagen (Boxplot 4.11)	Der Zustand kann als Hinweis bezüglich der gewählten oder der anzustrebenden Strategie dienen.
Zustand Sicherungsanlagen (Boxplot 4.12)	Der Zustand kann als Hinweis bezüglich der gewählten oder der anzustrebenden Strategie dienen.
Zustand Niederspannungsanlagen (Boxplot 4.13)	Der Zustand kann als Hinweis bezüglich der gewählten oder der anzustrebenden Strategie dienen.

6.7.2.3 Reinigung und Winterdienst

Tabelle 77 zeigt die zusätzlichen Vergleichsgrößen für die Reinigung und Winterdienst.

Tabelle 77: Zusätzliche Vergleichsgrößen Reinigung und Winterdienst

Vergleichsgröße	Bemerkung
Vergleich Reinigung Fahrbahn (5.4) – normalisiert.	Hinweis bezüglich Reinigungsintervall
Vergleich Reinigung Publikumsanlagen (5.5) - normalisiert	Hinweis bezüglich Reinigungsintervall
Winterdienst Publikumsanlagen (5.8) – Klassifizierung der Leistungsgüte	Hinweis bezüglich Leistungsgüte

6.7.2.4 Overhead

Tabelle 78 zeigt die zusätzlichen Vergleichsgrößen für die Overheadkosten.

Tabelle 78: Zusätzliche Vergleichsgrößen Overhead

Vergleichsgröße	Bemerkung
Aufwand Overhead pro Stunde operativer Aufwand $(2.2.10+2.2.11+2.2.12)/$ $(2.2.1+2.2.2+2.2.3+2.2.4+2.2.5+2.2.6+2.2.7+2.2.8+2.2.9)$	Dient als Hinweis für die eingesetzten Mittel im Vergleich zum operativen Aufwand (Zeit)
Aufwand Overhead pro operativer Mitarbeiter $(2.2.10+2.2.11+2.2.12)/(2.1.1+2.1.2)$	Dient als Hinweis für die eingesetzten Mittel im Vergleich zu den operativen Mitarbeitern
Aufwand Overhead zu Fremdleistungen $((2.2.10+2.2.11+2.2.12))/2.4)$	Dient als Hinweis für die eingesetzten Mittel im Vergleich zu den Fremdleistungen
Anzahl Overhead Stunden pro Hauptgleiskilometer $(2.3.10+2.3.11+2.3.12)/(1.1)$	Dient als Hinweis für die eingesetzten Mittel im Vergleich zum Schienennetz
Aufwand Overhead zu Büroflächen (1.8.5)	Dient als Hinweis für die eingesetzten Mittel im Vergleich zu Bürofläche.

6.7.2.5 Fahrzeugkosten

Tabelle 79 zeigt die zusätzlichen Vergleichsgrößen für die Fahrzeugkosten.

Tabelle 79: Zusätzliche Vergleichsgrößen Fahrzeugkosten

Vergleichsgröße	Bemerkung
Schienen-Fahrzeug pro Streckennetz (2.5.1/1.1)	Hinweis bezüglich Mobilität des Unternehmens
Strassen-Fahrzeug pro Streckennetz (2.8/1.1)	Hinweis bezüglich Mobilität des Unternehmens
Mitarbeiter pro Schienen-Fahrzeug (2.5.1/(2.1.1+2.1.2))	Hinweis bezüglich Mobilität des Unternehmens
Mitarbeiter pro Strassen-Fahrzeug (2.8/(2.1.1+2.1.2))	Hinweis bezüglich Mobilität des Unternehmens

6.8 Darstellungen des Inframonitor

Die Darstellungen in der Webapplikation „Inframonitor“ basieren auf den vorangehenden Berechnungen. Diese werden folgend aufgezeigt und beschrieben. Sie sollen den teilnehmenden Gemeinden darstellen, wo sie stehen und somit auch, wo allenfalls Anstrengungen unternommen werden müssen. Die Diagramme sollen die Auswertungen der vorangehenden Kapitel illustrieren und leicht lesbar machen. Die relativ hohe Aggregationsstufe wurde gewählt, um mögliche Themenfelder zu identifizieren. Es ermöglicht so die vertiefte Analyse in einzelnen Bereichen.

6.8.1 Gemeindestrassen

Der Inframonitor ist in vier Register aufgeteilt (Tabelle 80). In den folgenden Kapiteln werden die Diagramme dargestellt und beschrieben.

Tabelle 80: Registerseiten in Inframonitor für Gemeindestrassen

Registerseiten	Inhalt
Kostenverteilung Gemeindestrassen	Gemeindeinformationen; Kosten nach Kostenkategorien und Kostentypen (absolute Werte und prozentuale Verteilung)
Vergleich Gesamtkosten Gemeindestrassen	Kostenkennzahlen nach Fläche, Abweichung zum Mittelwert aller Teilnehmer, Boxplot-/Whisker-Diagramm der Kostenkategorien und -typen mit Daten aller Teilnehmer
Vergleich Kennzahlen Gemeindestrassen	Details der Boxplot-/Whisker-Diagramm der Kostenkategorien für jede Gemeinde
Vergleich Kostenstruktur Gemeindestrassen	Prozentuale Verteilung der Kosten nach Kategorien und Typen als Spider- und Balkendiagramm

6.8.1.1 Kostenverteilung Gemeindestrassen

6.8.1.1.1 Gemeindeinformationen

Die Gemeindeinformationen beinhalten sowohl Angaben zu den wichtigsten Kostenfaktoren der jeweiligen Gemeinde als auch die Totalkosten. Zusätzlich werden die Kosten ausgewiesen, welche keiner Kostenkategorie zugewiesen werden konnten. Diese nicht zuweisbaren Kosten werden in den übrigen Darstellungen der Webapplikation nicht weiter berücksichtigt, sind aber für eine vollständige Kostenübersicht relevant. Dies sind die aggregierten Fakten aus den Angaben der Gemeinden (Tabelle 81).

Tabelle 81: Gemeindeinformationen

Gemeindeinformationen	
Gemeindename	Name
Bezugsjahr	Jahr
Anzahl Einwohner	Einwohner
Länge des Strassennetzes (m)	51'758
Verkehrsfläche (m ²)	337'945
Drittflächen (m ²)	4'551
Total gereinigte Flächen (m ²)	3'406'508
Grünflächen (m ²)	2'040
Total Kosten (in 1'000 CHF)*	2'470
davon nicht zuweisbar*	0

6.8.1.1.2 Kosten nach Kategorien (% Anteil Gesamtkosten)

Mit einem Spider-Diagramm werden die prozentualen Anteile der verschiedenen Kostenkategorien an den Totalkosten visualisiert. Je weiter aussen ein Punkt liegt, desto grösser ist der Anteil der dazugehörigen Kostenkategorie. Es wird der Gemeinde visualisiert, wo die Kostenpositionen (prozentual) liegen. Für diese Beispielgemeinde wird offensichtlich, dass der kleine bauliche Unterhalt und der Winterdienst den weitaus grössten Teil der Gesamtkosten ausmachen. Technische Dienste, Reinigung, Fahrzeuge und Geräte und Grünpflege haben einen sehr geringen Anteil (Abbildung 46).

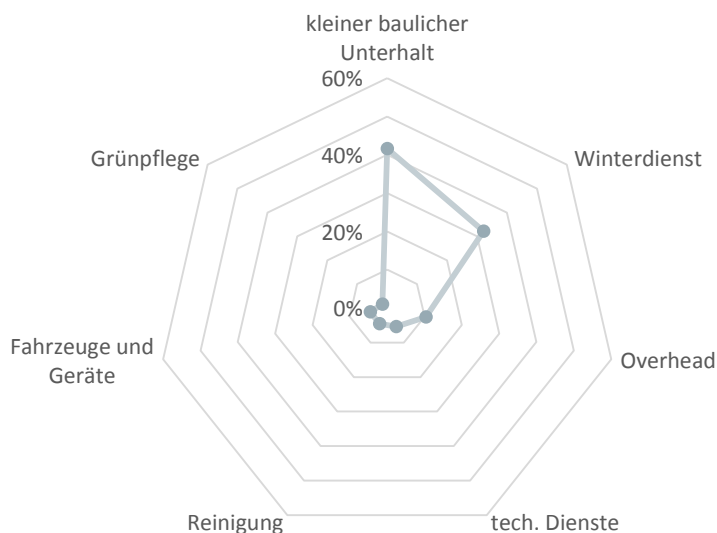


Abbildung 46: Kosten nach Kategorien (prozentual)

6.8.1.1.3 Kosten nach Kostentypen (% Anteil Gesamtkosten)

In der Kostenverteilung nach Kostentypen werden die prozentualen Anteile der verschiedenen Kostentypen wie Personalkosten, Fremdkosten, Sach- und Materialkosten und Fahrzeugkosten bezüglich der Totalkosten visualisiert. Für diese Gemeinde schlagen die Personalkosten mit über 50% zu Buche. Knapp 40% gehen an Dritte (Abbildung 47). Eine Position, welche nicht zu unterschätzen ist. Die Material- und Sachkosten und die Fahrzeugkosten machen rund 10% der Ausgaben aus.

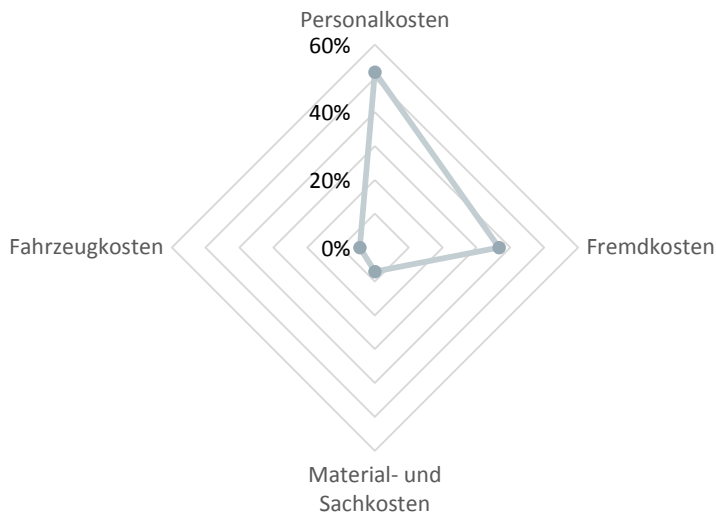


Abbildung 47: Kosten nach Kostentypen (prozentual)

6.8.1.1.4 Kosten nach Kategorien (in 1'000 CHF)

Dieses Balkendiagramm zeigt sowohl die Totalkosten (in 1'000 CHF) pro Kostenkategorie, als auch deren Anteil an den Gesamtkosten für die jeweilige Gemeinde. Es visualisiert auf eine andere Art die Verteilung der Kosten nach den Betriebs- und Kategorien und weist zugleich die absoluten Werte in 1'000 CHF. Für diese Gemeinde betragen die Kosten für den kleinen baulichen Unterhalt und den Winterdienst rund 1.8 Mio CHF. Dies entspricht rund $\frac{1}{3}$ der gesamten Aufwendungen. Mit diesen Angaben kann ein internes Benchmarking gemacht werden. Es kann beispielsweise aufgezeigt werden, wie sich Veränderungen über die Jahre entwickeln (Abbildung 48).

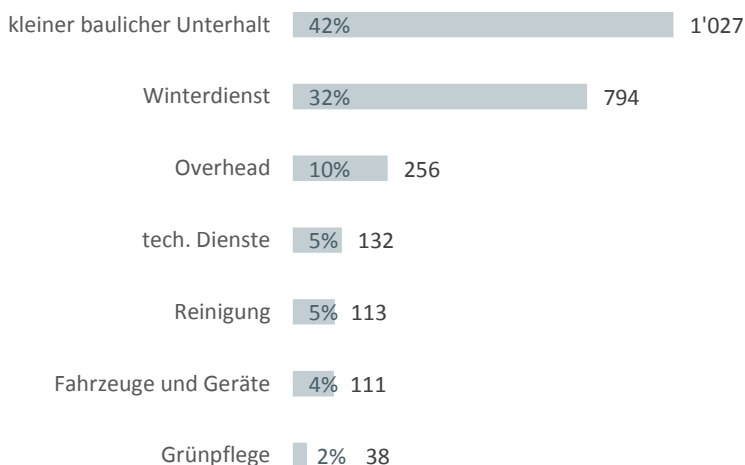


Abbildung 48: Kosten nach Kategorien (absolut und prozentual)

6.8.1.1.5 Kosten nach Kostentyp (in 1'000 CHF)

Das Balkendiagramm zeigt sowohl die Totalkosten (in 1'000 CHF) pro Kostentyp, als auch deren Anteil an den Gesamtkosten. Analog der vorangehenden Darstellung mit den Kostenkategorien werden die Kostentypen dargestellt. Auch diese Zahlen können für ein internes Benchmarking verwendet werden (Abbildung 49).

Kapitel 6 - Kennzahlen

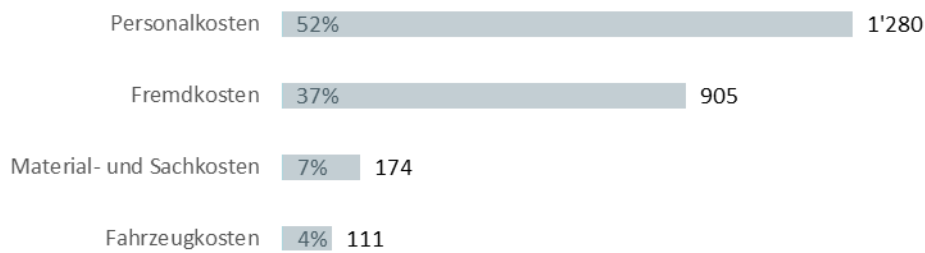


Abbildung 49: Kosten nach Kostentyp (absolut und prozentual)

Diese Angaben zeigen in einem Cockpit, wo die Kosten für den betrieblichen Unterhalt und Instandhaltung auf einer sehr hoch aggregierten Ebene verortet sind.

6.8.1.1.6 Kosten nach Kategorie und Kostentyp (in 1'000 CHF)

Die Detailkosten nach Kategorie und Kostentyp werden mit einem Bubble-Diagramm dargestellt. Die Bubble-Grösse repräsentiert die Kosten der jeweiligen Position in Kostentyp und -kategorie. Hieraus wird ersichtlich, dass der Grossteil der Personalkosten in den kleinen baulichen Unterhalt investiert wird. Es zeigt sich auch, dass beispielsweise beim Winterdienst die Personalkosten in etwa gleich gross sind wie die Fremdkosten. Folglich bietet diese Graphik eine schnelle Übersicht über die Ausgaben im Bereich des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung (Abbildung 50).

	Personalkosten	Fremdkosten	Material- und Sachkosten	Fahrzeugkosten
kleiner baulicher Unterhalt	533	447	47	
Winterdienst	373	370	51	
Overhead	256			
tech. Dienste		83	49	
Reinigung	107	3	3	
Fahrzeuge und Geräte				111
Grünpflege	11	3	25	

Abbildung 50: Detailkosten (absolut)

6.8.1.2 Vergleich Gesamtkosten Gemeindestrassen

Das Register *Vergleich Gesamtkosten* zeigt eine Übersicht über Gesamtkosten pro Verkehrsfläche (m², ohne Drittflächen) und vergleicht diese mit den Durchschnittswerten des gesamten Gemeindendatensatzes. Im Unterschied zum Register *Vergleich Kennzahlen* (vgl. Kapitel 6.8.1.3) wird für sämtliche Kategorien und Kostentypen derselbe Referenzwert (Verkehrsfläche) verwendet. Dies ermöglicht eine gemeindeübergreifende Vergleichbarkeit auf sämtlichen Kostenlevels (Totalkosten und Detailkosten).

6.8.1.2.1 Kosten nach Kategorien (CHF/m²)

Das Balkendiagramm zeigt die kategoriespezifischen Kosten in Relation zur Verkehrsfläche für jede Kostenkategorie. Die Grösse der Balken repräsentiert die Höhe der Kosten und kann so in Relation zu den anderen Kategorien gesetzt werden, da gleiche Basis zu Grunde liegt (Abbildung 51).

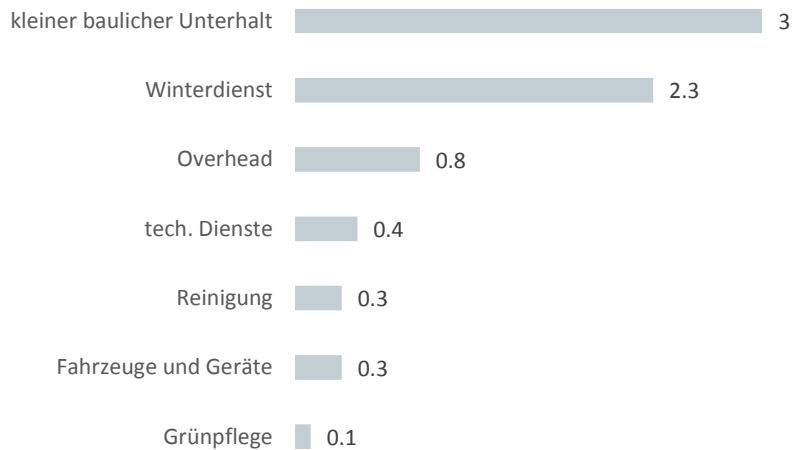


Abbildung 51: Totalkosten nach Kategorie (relativ zur Verkehrsfläche)

6.8.1.2.2 Abweichung gegenüber Mittelwert andere Gemeinden (CHF/m²)

Das Diagramm zeigt pro Kategorie die Abweichung der eigenen Kosten gegenüber dem Mittelwert sämtlicher teilnehmenden Gemeinden. Bei den rot markierten Balken sind die eigenen Kosten höher als beim Durchschnitt, bei den grünen Balken sind sie tiefer. Die Längen der Balken repräsentieren die positive oder negative Abweichung in CHF relativ zur Verkehrsfläche (Abbildung 52).

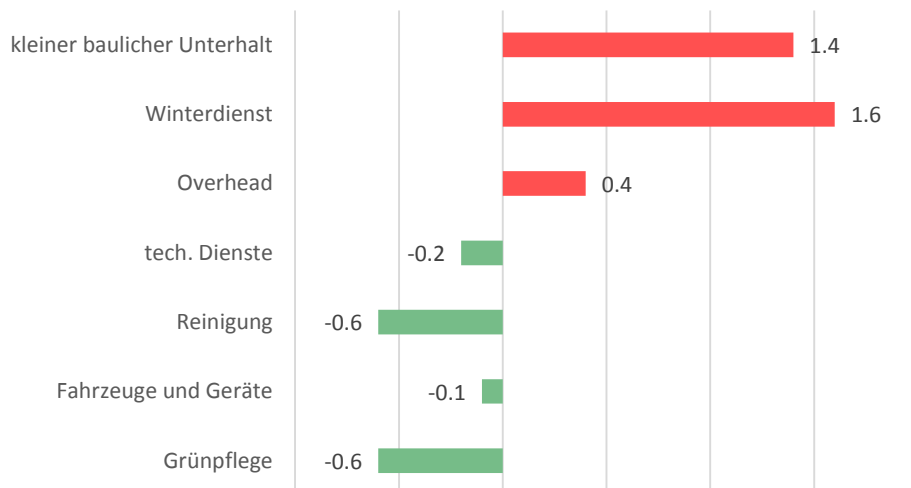


Abbildung 52: Abweichung der Totalkosten pro Kategorie gegenüber anderen Gemeinden (relativ zur Verkehrsfläche)

Mit diesen Angaben wird auf einen Blick ersichtlich, wo und in welchem Umfang eine Gemeinde sich vom Durchschnitt aller Gemeinden verschieden positioniert. Die Normalisierung auf die Verkehrsfläche lässt einen bedingten Vergleich zu. Diese Aussage hilft mit Bereich zu identifizieren, bei welchen ein Optimierungspotenzial entdeckt werden könnte. Denn höhere Kosten pro Quadratmeter sind nicht per se eine weniger effizient erbrachte Leistung. Einflussfaktoren wie

Exposition (mehr Schnee führt zu mehr Winterdienst) oder Leistungsniveaus (der Wunsch nach höheren Reinigungsfrequenzen) führt zu anderen Kostenintensitäten.

Am konkreten Beispiel ist ersichtlich, dass diese Gemeinde im Bereich des kleinen baulichen Unterhalts rund 1.4 CHF mehr ausgibt pro Quadratmeter als der Durchschnitt aller teilnehmenden Gemeinden. Unter Umständen ist dies dadurch begründet, dass diese Gemeinde sämtliche Randabschlüsse unmittelbar nach der Feststellung von Schäden repariert und dadurch höhere laufende Kosten generiert. Ein weiterer Faktor könnte eine Innenstadt mit vielen, älteren Pflastersteinbelägen sein, welche mit grösserem Aufwand Instandgehalten werden müssen.

6.8.1.2.3 Kosten nach Kategorien und Kostentyp (CHF/m²)

Das Bubble-Diagramm zeigt für jede Kostenposition die Abweichung gegenüber dem Mittelwert sämtlicher teilnehmenden Gemeinden. Bei den rot markierten Bubbles liegen die Kosten über dem Durchschnitt, bei den grünen Bubbles liegen sie darunter. Die Grösse der Bubbles und deren Beschriftung repräsentieren die Abweichung in CHF relativ zur Verkehrsfläche (Abbildung 53).

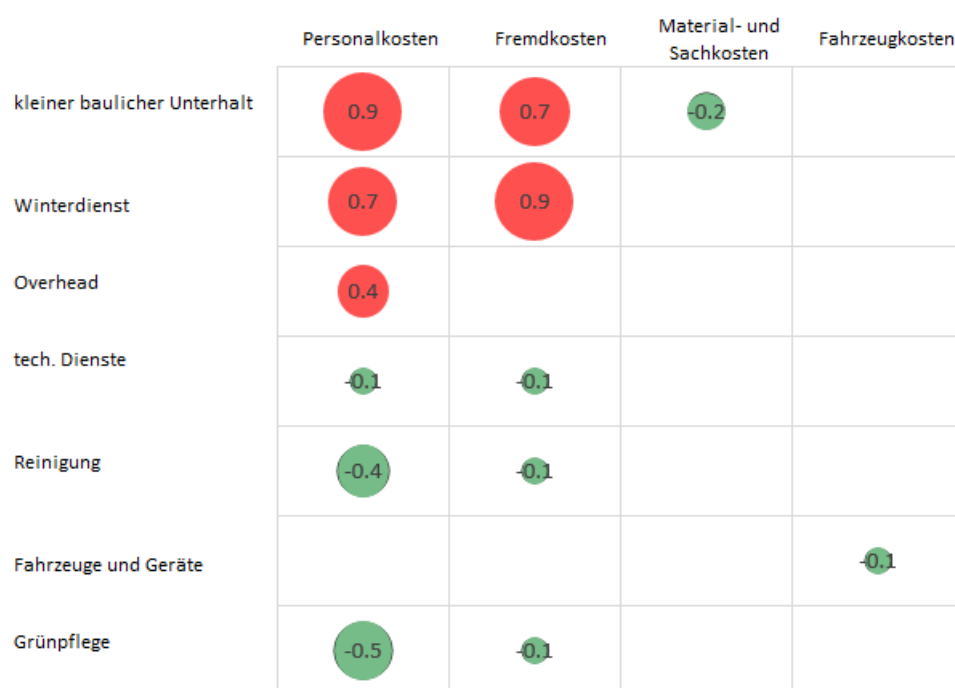


Abbildung 53: Abweichung der Detailkosten gegenüber dem Mittelwert der anderen Gemeinden

Hier zeigt sich, dass im Bereich Winterdienst sowohl die internen wie auch die externen Leistungen über dem Durchschnitt liegen; total 1.7 CHF/m² teurer. Gemäss dem Balkendiagramm Kosten nach Kategorien sind die Kosten für den Winterdienst bei 2.3 CHF/m². Dies entspricht rund 4 Mal dem Durchschnitt. Nun kann analysiert werden, ob es für diese Kosten gute Gründe gibt, dass die Gemeinde für den Winterdienst mehr ausgibt normalisiert auf den Quadratmeter Verkehrsfläche.

6.8.1.2.4 Kosten nach Kostentyp (CHF/m²)

Das Balkendiagramm zeigt die Kosten pro Quadratmeter Verkehrsfläche für sämtliche Kostentypen. Die Längen der Balken repräsentieren die jeweiligen Kosten (Abbildung 54).

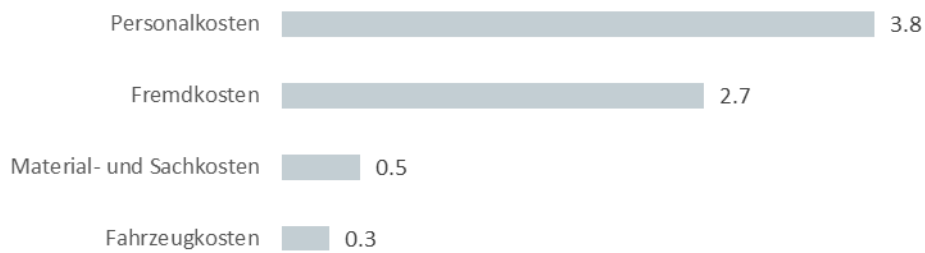


Abbildung 54: Kosten nach Kostentyp (relativ zur Verkehrsfläche)

Hier wird der einzelnen Gemeinde aufgezeigt, wo die Kostenkennzahl für die eigene Gemeinde liegt.

6.8.1.2.5 Kosten andere Gemeinden nach Kategorie und Typ (CHF/m²)

Das erste Boxplot-/Whisker-Diagramm zeigt die Verteilung der relativen Kosten von sämtlichen teilnehmenden Gemeinden pro Kategorie (Abbildung 55). Der rote Punkt repräsentiert die Kosten der eigenen Gemeinde (die Leseart von Boxplot-/Whisker-Diagrammen ist in Kapitel 6.1 beschrieben).

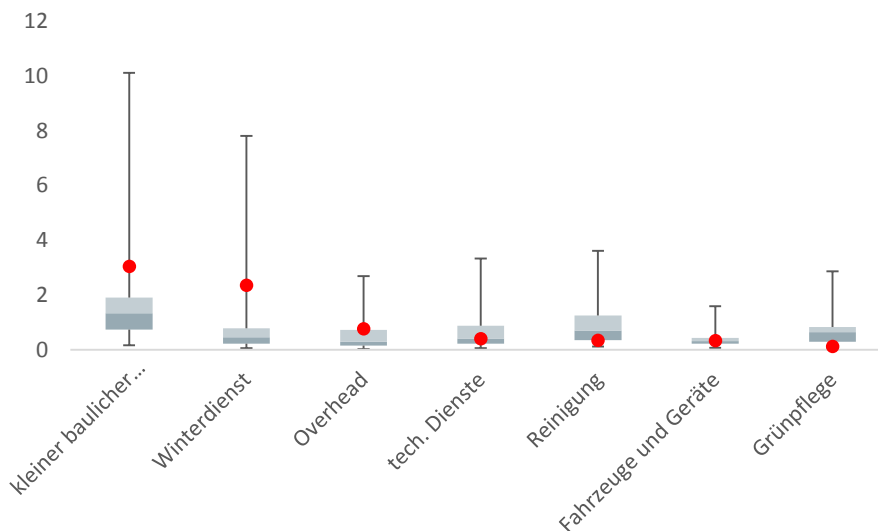


Abbildung 55: Kostenverteilung andere Gemeinden pro Kategorie (relativ zur Verkehrsfläche)

Auf eine übersichtliche Art und Weise wird der Gemeinde mittels dem roten Punkt dargestellt, wo man sich im Vergleich zur Gesamtheit der teilnehmenden Gemeinden befindet. Kommt der Punkt eher an den Enden der „Whisker-Schnurrhaare“ zu liegen, befindet man sich bei den Extremwerten der Auswertung. Liegt man in der Box, findet sich die Gemeinden in einem Bereich, wo 50% der Gemeinden bezüglich der Ausgaben für die spezifische Kostenkategorie sich befinden. Eine weitere Visualisierung für die Einschätzung der Leistungserbringung einer Gemeinde.

Das zweite Boxplot-/Whisker-Diagramm zeigt die Verteilung der relativen Kosten von sämtlichen teilnehmenden Gemeinden pro Kostentyp (Abbildung 56). Der rote Punkt repräsentiert die Kosten der eigenen Gemeinde. Die Leseart von Boxplot-/Whisker-Diagrammen ist in Kapitel 6.1 beschrieben.

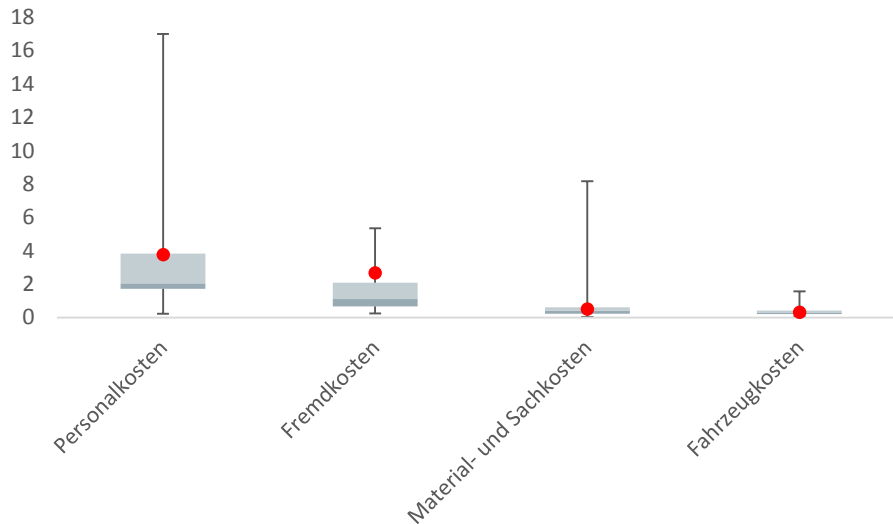


Abbildung 56: Kostenverteilung andere Gemeinden pro Kategorie (relativ zur Verkehrsfläche)

6.8.1.3 Vergleich Kennzahlen Gemeindestrassen

Im Register Vergleich Kennzahlen werden verschiedene Benchmarks detaillierter als Boxplot-/Whisker-Diagramm dargestellt. Im Unterschied zum Register Vergleich Gesamtkosten (vgl. Kapitel 6.8.1.2) wird hier bei jeder untersuchte Kostenposition die jeweils fachlich relevanteste Referenzgrösse gewählt. Im Boxplot-/Whisker-Diagramm sind sämtliche Daten aufgeführt, um die Leistung der Gemeinde besser einordnen zu können.

Exemplarisch wird hier nur das als Boxplot-/Whisker-Diagramm für die Gesamt- bzw. Totalkosten für den betrieblichen Unterhalt und Instandhaltung aufgeführt.

6.8.1.3.1 Totalkosten

Die Betrachtete Gemeinde liegt diesbezüglich 1.7 CHF/m² über dem Durchschnitt. Sie ist somit ausserhalb der 50% aller teilnehmenden Gemeinden. Aufgrund der Erfahrungen kann beurteilt werden, ob dies auf spezielle Begebenheiten wie externe Ereignisse oder interne Anforderungen zu begründen sind (Abbildung 57).

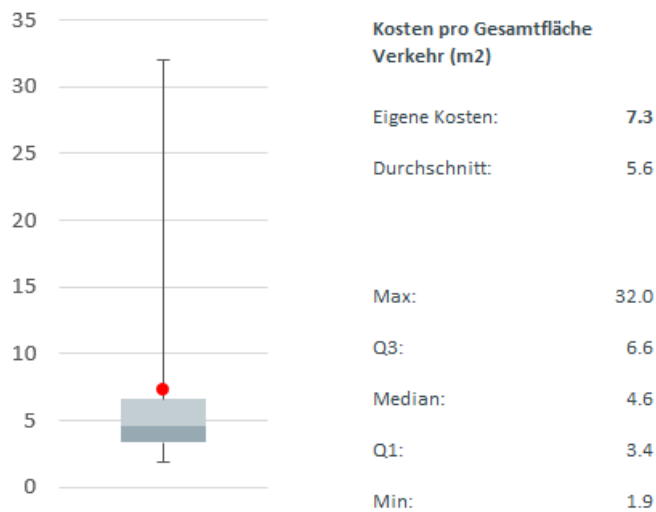


Abbildung 57: Benchmark und eigene Kosten Totalkosten

Weiter Boxplot-/Whisker-Diagramm für den

- Kleinen baulichen Unterhalt
- Reinigung
- Grünpflege
- Winterdienst
- Technischer Dienst
- Overhead-Kosten und
- Fahrzeugkosten finden sich in der Applikation.

6.8.1.4 Vergleich Kostenstruktur Gemeindestrassen

Das Register *Vergleich Kostenstruktur* vergleicht die prozentualen Anteile der einzelnen Kategorien/Kostentypen mit den Durchschnittswerten aller teilnehmenden Gemeinden und stellt diese visuell dar.

6.8.1.4.1 Prozentuale Verteilung der Kosten nach Kategorien (eigener Kostenaufwand, Durchschnitt aller Gemeinden)

Mit einem Spider-Diagramm werden die prozentualen Anteile der verschiedenen Kostenkategorien an den Totalkosten visualisiert. Die graue Linie (gestrichelt) entspricht den Werten der eigenen Gemeinde, die orange Linie (ausgezogen) den Durchschnittswerten sämtlicher Gemeinden (Abbildung 58).

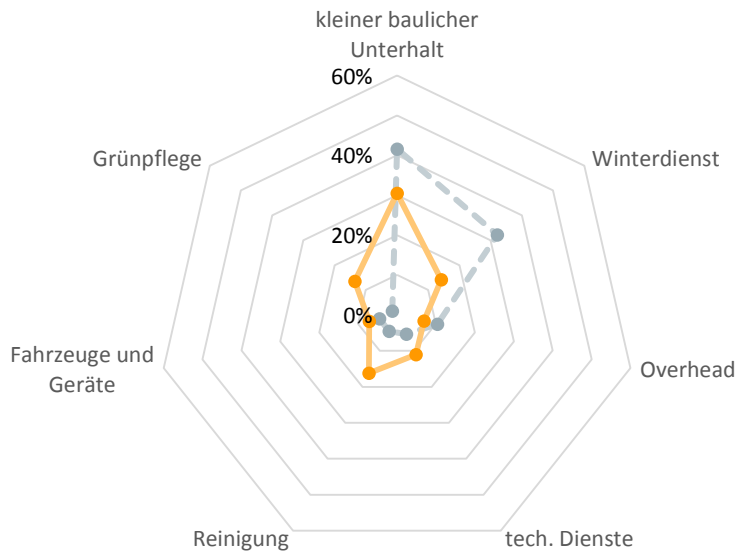


Abbildung 58: Kostenvergleich nach Kategorie (prozentual) - gestrichelte Linie (Grau) = Eigene Kosten; durchgezogene Linie (Orange) = Durchschnittskosten

Mit dieser Visualisierung werden die Unterschiede der eigenen Gemeinde und den Durchschnittswerten in der Verteilung der Kosten dargestellt. Für diese Gemeinde wird ersichtlich, dass sie im Vergleich zum Durchschnitt rund 20% über den Ausgaben für den kleinen baulichen Unterhalt liegt. Auch beim Winterdienst ist eine Differenz von fast 20% vorhanden.

6.8.1.4.2 Prozentuale Verteilung der Kosten nach Kategorien (eigene Kosten / Durchschnitt aller Gemeinden)

Das Balkendiagramm zeigt den Anteil der Kosten pro Kategorie an den Gesamtkosten der eigenen Gemeinde und illustriert die Werte aus den Spider-Diagrammen. Diese Angaben sind bereits bekannt aus dem vorangehenden Register Kostenverteilung (Abbildung 59).

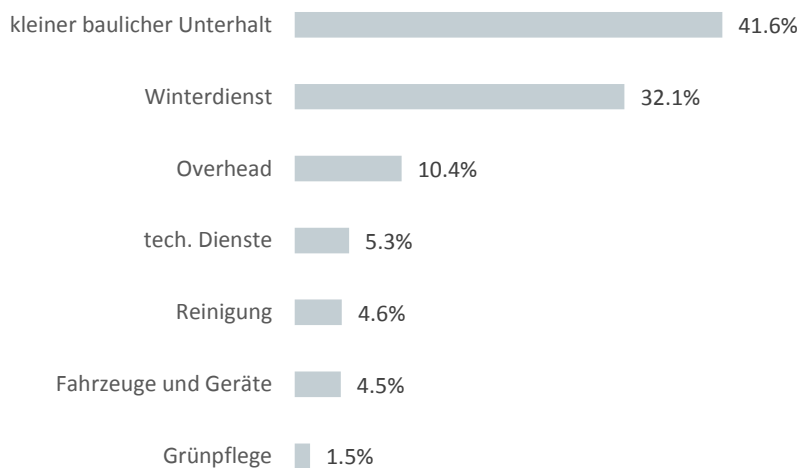


Abbildung 59: eigene Kosten nach Kategorien (prozentual)

Das zweite Balkendiagramm zeigt den Anteil der durchschnittlichen Kosten pro Kategorie an den durchschnittlichen Gesamtkosten sämtlicher teilnehmenden Gemeinden (Abbildung 60).

Kapitel 6 - Kennzahlen

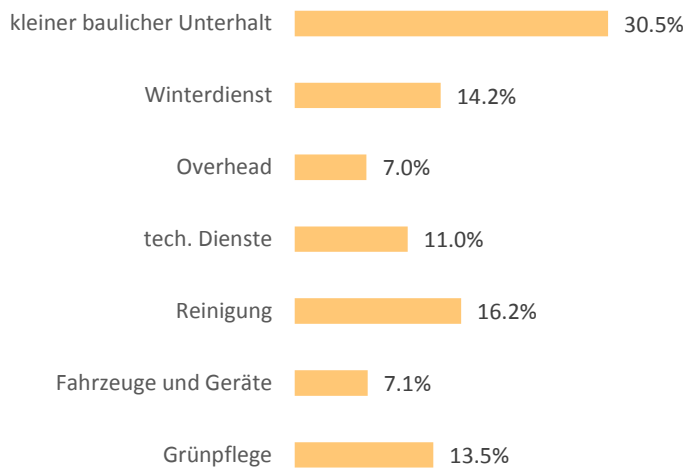


Abbildung 60: Durchschnittskosten nach Kategorie (prozentual, relativ zur Verkehrsfläche)

6.8.1.4.3 Prozentuale Verteilung der Kosten nach Kostentyp (eigener Kostenaufwand, Durchschnitt aller Gemeinden)

Mit dem zweiten Spider-Diagramm werden die prozentualen Anteile der verschiedenen Kostentypen an den Totalkosten visualisiert. Die graue Linie entspricht den Werten der eigenen Gemeinde, die orange den Durchschnittswerten sämtlicher Gemeinden (Abbildung 61).

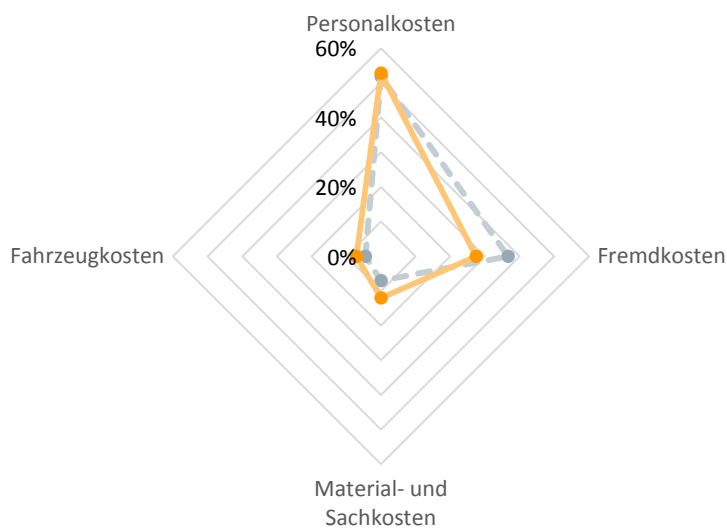


Abbildung 61: Kostenvergleich nach Kostentyp (prozentual) - gestrichelte Linie (Grau) = Eigene Kosten; durchgezogene Linie (Orange)= Durchschnittskosten

6.8.1.4.4 Prozentuale Verteilung der Kosten nach Kostentyp (eigene Kosten / Durchschnitt aller Gemeinden)

Das Balkendiagramm zeigt den Anteil der Kosten pro Kostentyp an den Gesamtkosten der eigenen Gemeinde. Diese Angaben sind bereits bekannt aus dem vorangehenden Register Kostenverteilung (Abbildung 62).

Kapitel 6 - Kennzahlen

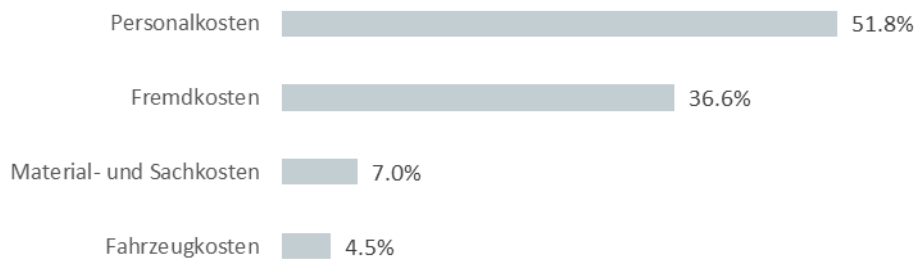


Abbildung 62: Eigene Kosten nach Kostentyp (prozentual)

Das vierte Balkendiagramm zeigt den Anteil der durchschnittlichen Kosten pro Kostentyp an den durchschnittlichen Gesamtkosten sämtlicher teilnehmenden Gemeinden (Abbildung 63).

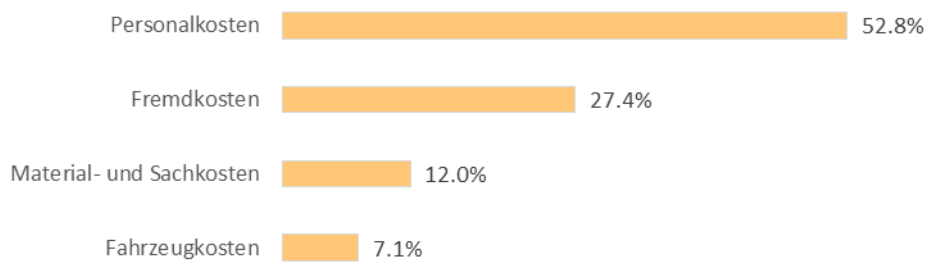


Abbildung 63: Durchschnittskosten nach Kostentyp (prozentual)

6.8.2 Privatbahnen

Die Applikation Inframonitor für die Privatbahnen ist nach derselben Methode aufgebaut wie derjenige für die Gemeindestrassen. Unterschiede finden sich ausschliesslich in den verwendeten Kennzahlen. Die Applikation ist in vier Register aufgeteilt (Tabelle 82).

Tabelle 82: Registerseiten in Inframonitor für Privatbahnen

Registerseiten	Inhalt
Kostenverteilung Privatbahnen	Informationen zur Privatbahn; Kosten nach Kostenkategorien und Kostentypen (absolute Werte und prozentuale Verteilung)
Vergleich Gesamtkosten Privatbahnen	Kostenkennzahlen nach Hauptgleiskilometer, Abweichung zum Mittelwert aller Teilnehmer, Boxplot-/Whisker-Diagramm der Kostenkategorien und -typen mit Daten aller Teilnehmer
Vergleich Kennzahlen Privatbahnen	Details der Boxplot-/Whisker-Diagramm der Kostenkategorien für jede Privatbahn
Vergleich Kostenstruktur Privatbahnen	Prozentuale Verteilung der Kosten nach Kategorien und Typen als Spider- und Balkendiagramm

In den folgenden Kapiteln werden die Diagramme dargestellt und beschrieben.

6.8.2.1 Kostenverteilung Privatbahnen

Das Register Kostenverteilung liefert eine Übersicht über die effektiv anfallenden Gesamtkosten des eigenen Unternehmens. Diese werden in der Webapplikation anhand von sechs Darstellungen visualisiert

6.8.2.1.1 Informationen Bahnunternehmen

Die Informationen zum Bahnunternehmen beinhalten sowohl Angaben zu den wichtigsten Grunddaten (Hauptgleiskilometer, Verkehrsbelastung und Grünflächen) als auch die Totalkosten des eigenen Unternehmens (Tabelle 83).

Tabelle 83: Informationen Bahnunternehmen

Privatbahn	Name
Bezugsjahr	Jahr
Hauptgleiskilometer (HGkm)	1'234
Zugkilometer	1'234
Grünflächen (m ²)	825'000
Anzahl Bahnhöfe	43
Total Kosten (in 1'000 CHF)	14'366

Die teilnehmende Privatbahn erkennt, welche Daten verwendet werden.

6.8.2.1.2 Kosten nach Kategorien (% Anteil Gesamtkosten)

Mit einem Spider-Diagramm werden die prozentualen Anteile der verschiedenen Kostenkategorien an den Totalkosten visualisiert. Je weiter aussen ein Punkt liegt, desto grösser ist der Anteil der dazugehörigen Kostenkategorie (Abbildung 64).

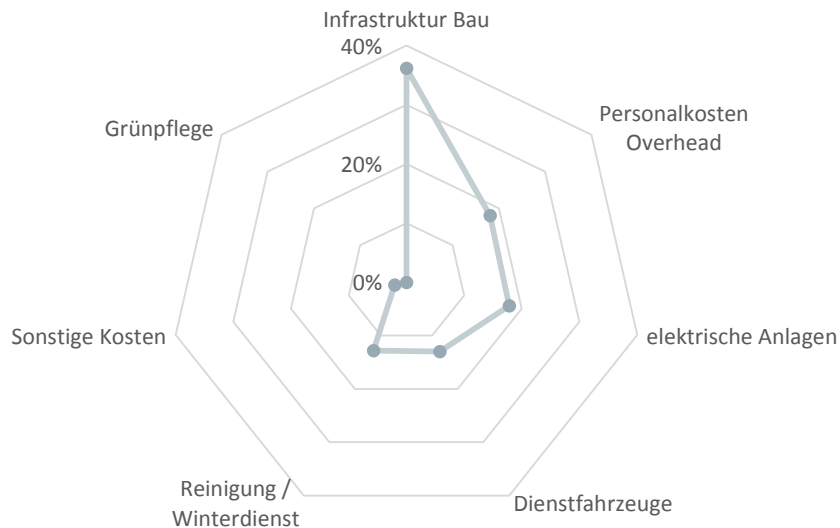


Abbildung 64: Kosten nach Kategorien (prozentual)

Es wird der Privatbahn visualisiert, wo die Kostenpositionen (prozentual) liegen. Für dieses Transportunternehmen wird offensichtlich, dass der Bereich baulicher Unterhalt an der Infrastruktur Bau den weitaus grössten Teil der Gesamtkosten ausmachen. Die Personalkosten und der Unterhalt an den elektrischen Anlagen liegen in etwa gleich auf unter 20%.

6.8.2.1.3 Kosten nach Kostentypen (% Anteil Gesamtkosten)

Analog zum zweiten Diagramm werden hier die prozentualen Anteile der verschiedenen Kostentypen an den Totalkosten visualisiert. In diesem Fall zeigt sich, dass über 60% der anfallenden Kosten beim Personal anfallen. Etwas erstaunlich sind die sehr kleinen Material- und Sachkosten. Allenfalls ist dies zu überprüfen (Abbildung 65).

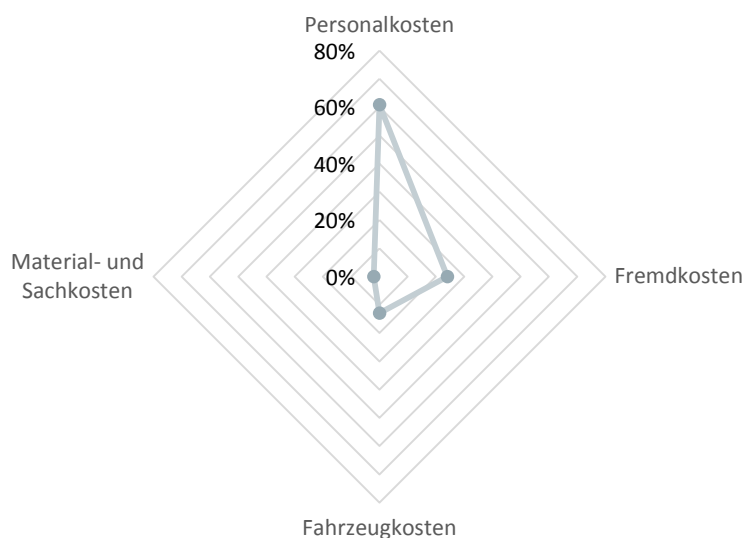


Abbildung 65: Kosten nach Kostentypen (prozentual)

6.8.2.1.4 Kosten nach Kategorien (in 1'000 CHF)

Das Balkendiagramm zeigt sowohl die Totalkosten (in 1'000 CHF) pro Kostenkategorie, als auch deren Anteil an den Gesamtkosten (Abbildung 66).

Kapitel 6 - Kennzahlen

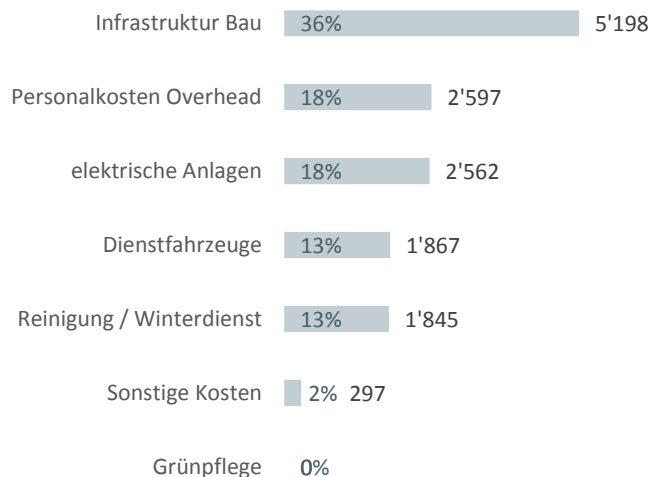


Abbildung 66: Kosten nach Kategorien (absolut und prozentual)

Für die Transportunternehmung wird ersichtlich, dass über ein Drittel der Gesamtkosten für den baulichen Infrastrukturbereich ausgegeben werden. Gleich hoch sind die Ausgaben für den Bereich Personalkosten Overhead und den Unterhalt an den elektrischen Anlagen. Eine Aussage zur allgemeinen Kostenallokation ist möglich.

6.8.2.1.5 Kosten nach Kostentyp (in 1'000 CHF)

Das zweite Balkendiagramm zeigt sowohl die Totalkosten (in 1'000 CHF) pro Kostentyp, als auch deren Anteil an den Gesamtkosten (Abbildung 67).

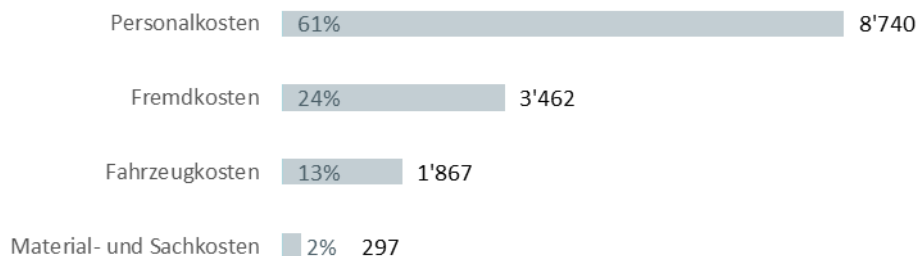


Abbildung 67: Kosten nach Kostentyp (absolut und prozentual)

Neben den Kostenkategorien kann eine Kostenallokation auch für die Kostentypen gemacht werden. Es zeigt sich für diese Bahn, dass über 60% oder rund 8.74 Mio CHF in den Personalkosten zu finden sind. Werden diese Daten jährlich erfasst, so lassen sich auch die Veränderungen über die Jahre aufzeigen.

6.8.2.1.6 Kosten nach Kategorie und Kostentyp (in 1'000 CHF)

Die Detailkosten nach Kategorie und Kostentyp werden mit einem Bubble-Diagramm dargestellt. Die Bubble-Grösse repräsentiert die Kosten der jeweiligen Kostenposition (Abbildung 68).

Kapitel 6 - Kennzahlen

	Personalkosten	Fremdkosten	Fahrzeugkosten	Material- und Sachkosten
Infrastruktur Bau	3'120	2'078		
Personalkosten Overhead	2'597			
elektrische Anlagen	1'943	619		
Dienstfahrzeuge			1'867	
Reinigung / Winterdienst	1'080	765		
Sonstige Kosten				297
Grünpflege				

Abbildung 68: Detailkosten nach Kategorie und Kostentyp (absolut)

In dieser Übersicht werden die Angaben für Kostentypen und –Kategorien visualisiert und können für ein Management-Cockpit verwendet werden.

6.8.2.2 Vergleich Gesamtkosten Privatbahnen

Das Register *Vergleich Gesamtkosten* zeigt eine Übersicht über die Gesamtkosten pro Meter Hauptgleise und vergleicht diese mit den Durchschnittswerten der anderen Bahnunternehmen. Im Unterschied zum Register *Vergleich Kennzahlen* (vgl. Kapitel 6.8.2.3) wird für sämtliche Kategorien und Kostentypen derselbe Referenzwert verwendet. Dies ermöglicht eine unternehmensübergreifende Vergleichbarkeit auf sämtlichen Kostenlevels (Totalkosten und Detailkosten).

6.8.2.2.1 Kosten nach Kategorien (CHF/m)

Das Balkendiagramm zeigt die Kosten pro Meter Hauptgleise für sämtliche Kostenkategorien. Die Grösse der Balken repräsentiert die Höhe der Kosten (Abbildung 69).

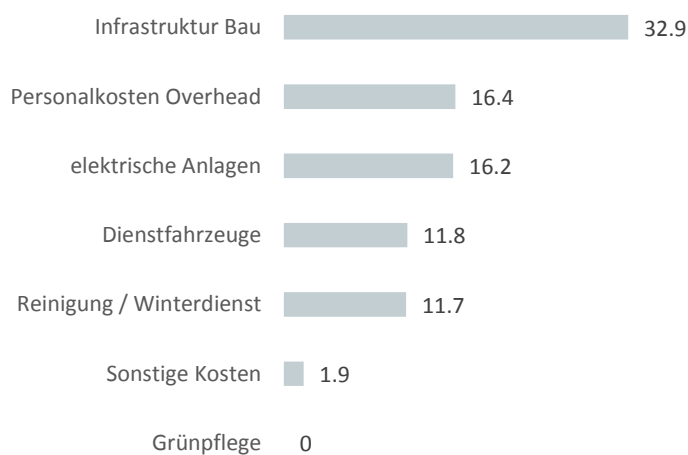


Abbildung 69: Kosten nach Kategorie (relativ zur Länge der Hauptgleise)

6.8.2.2.2 Abweichung gegenüber Mittelwert andere Bahnen (CHF/m)

Das obige Diagramm zeigt pro Kategorie die Abweichung der eigenen Kosten gegenüber dem Mittelwert sämtlicher teilnehmenden Bahnen. Bei den rot markierten Balken sind die eigenen Kosten höher als beim Durchschnitt, bei den grünen Balken sind sie tiefer. Die Längen der Balken repräsentieren die positive oder negative Abweichung in CHF relativ zur Länge der Hauptgeleise (Abbildung 70).

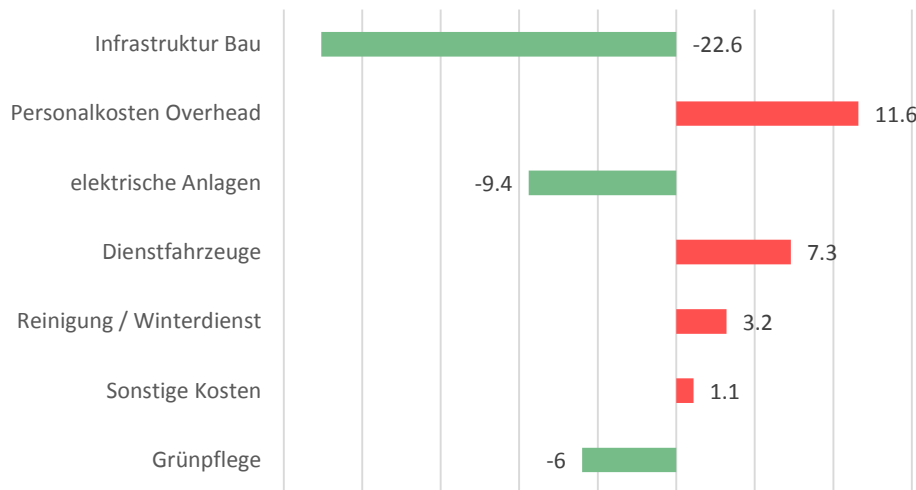


Abbildung 70: Abweichung der Kosten nach Kategorie gegenüber dem Mittelwert der anderen Bahnen

Mit diesen Angaben wird auf einen Blick ersichtlich, wo und in welchem Umfang eine Privatbahn sich vom Durchschnitt aller Privatbahn verschieden positioniert. Die Normalisierung auf die Hauptgleiskilometer lässt einen bedingten Vergleich zu. Diese Aussage hilft mit, Bereiche zu identifizieren, bei welchen ein Optimierungspotenzial entdeckt werden könnte. Denn höhere Kosten pro Laufmeter Gleis sind nicht per se eine weniger effizient erbrachte Leistung. Einflussfaktoren wie Exposition (mehr Schnee führt zu mehr Winterdienst) oder Leistungsniveaus (der Wunsch nach höheren Inspektionsintervallen bei elektrischen Anlagen) führt zu anderen Kostenintensitäten.

Am konkreten Beispiel ist ersichtlich, dass diese Privatbahn im Bereich der baulichen Infrastruktur rund 23 CHF mehr ausgibt pro Laufmeter Hauptgleis als der Durchschnitt aller teilnehmenden Privatbahnen. Unter Umständen ist dies dadurch begründet, dass diese Privatbahn über ein relativ neues Streckennetz verfügt, welches mit einem reduzierten Unterhalt auskommt.

6.8.2.2.3 Kosten nach Kategorien und Kostentyp (CHF/m)

Das Bubble-Diagramm zeigt für jede Kostenposition die Abweichung der eigenen Kosten gegenüber dem Mittelwert sämtlicher teilnehmenden Bahnen. Bei den rot markierten Bubbles liegen die eigenen Kosten über dem Durchschnitt, bei den grünen Bubbles liegen sie darunter. Die Grösse der Bubbles und deren Beschriftung repräsentieren die Abweichung in CHF relativ zur Länge der Hauptgeleise (Abbildung 71).

Kapitel 6 - Kennzahlen

	Personalkosten	Fremdkosten	Fahrzeugkosten	Material- und Sachkosten
Infrastruktur Bau	-2.1	-17.1		-3.4
Personalkosten Overhead	11.6			
elektrische Anlagen	3.6	-12.6		-0.3
Dienstfahrzeuge			7.3	
Reinigung / Winterdienst	3.2	0.1		-0.1
Sonstige Kosten				1.1
Grünpflege	-4.6	-1.4		

Abbildung 71: Abweichung der Detailkosten nach Kategorie und Kostentyp gegenüber dem Mittelwert der anderen Bahnen

Hier sind die Unterschiede der Kostenkategorien und –typen noch detaillierter ersichtlich, was eine Allokation von Optimierungspotenzial besser an den Tag legt.

6.8.2.2.4 Kosten nach Kostentyp (CHF/m)

Das Balkendiagramm zeigt die Kosten pro Meter Hauptgeleise für sämtliche Kostentypen. Die Grösse der Balken repräsentiert die Höhe der Kosten (Abbildung 72).

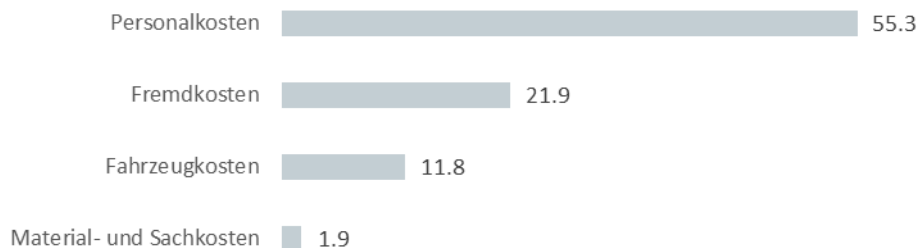


Abbildung 72: Kosten nach Kostentyp (relativ zur Länge der Hauptgeleise)

6.8.2.2.5 Kosten andere Bahnen nach Kategorie (CHF/m²)

Das erste Boxplot-/Whisker-Diagramm zeigt die Verteilung der relativen Kosten von sämtlichen teilnehmenden Bahnen pro Kategorie. Der rote Punkt repräsentiert die Kosten des eigenen Unternehmens. Die Leseart von Boxplot-/Whisker-Diagrammen ist in Kapitel 6.1 beschrieben (Abbildung 73).

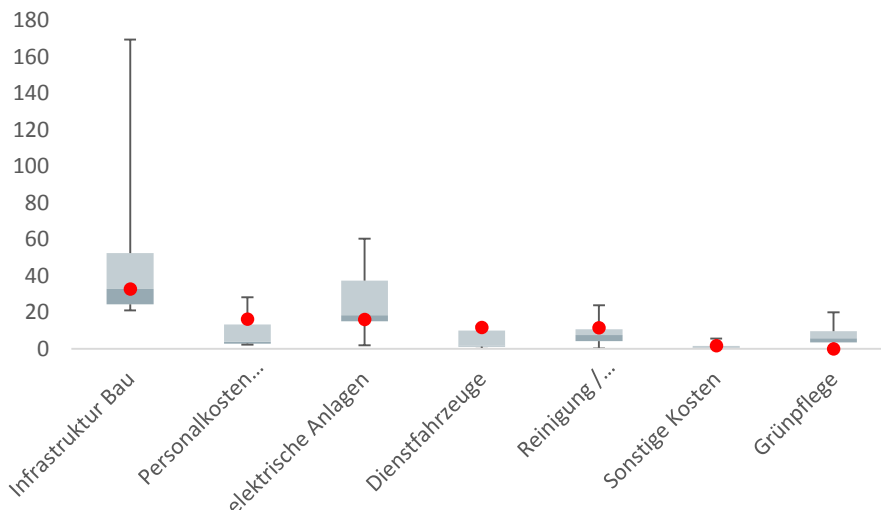


Abbildung 73: Kostenverteilung andere Bahnen nach Kategorie (relativ zur Länge der Hauptgeleise)

Auf eine übersichtliche Art und Weise wird der Privatbahn mittels dem roten Punkt vermittelt, wo man sich im Vergleich zur Gesamtheit der teilnehmenden Bahnen befindet. Kommt der Punkt eher an den Enden der „Whisker-Schnurrhaare“ zu liegen, befindet man sich bei den Extremwerten der Auswertung. Liegt man in der Box, findet sich die Privatbahn in einem Bereich, wo sich 50% der Transportunternehmen bezüglich der Ausgaben für die spezifische Kostenkategorie befinden. Eine weitere Visualisierung für die Einschätzung der Leistungserbringung einer Privatbahn.

6.8.2.2.6 Kosten andere Bahnen nach Kostentyp (CHF/m²)

Das zweite Boxplot-/Whisker-Diagramm zeigt die Verteilung der relativen Kosten von sämtlichen teilnehmenden Bahnen pro Kategorie. Der rote Punkt repräsentiert die Kosten des eigenen Unternehmens. Die Leseart von Boxplot-/Whisker-Diagrammen ist in Kapitel 6.1 beschrieben (Abbildung 74).

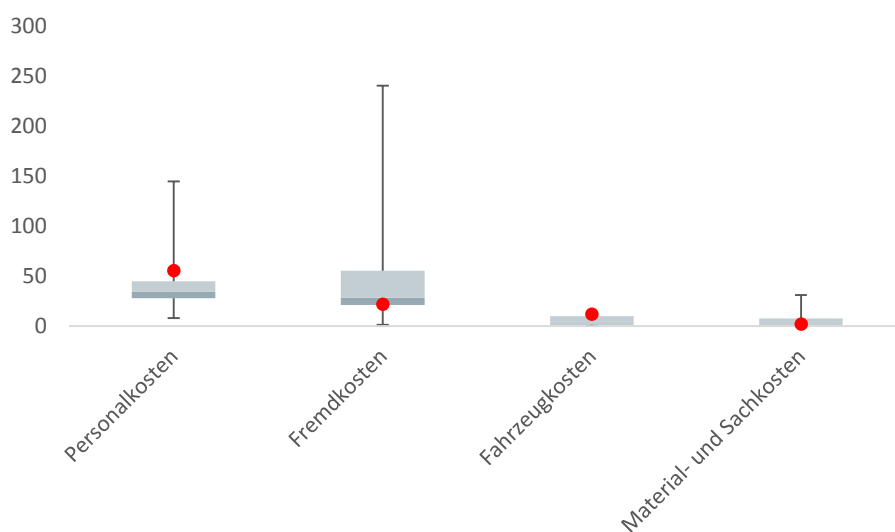


Abbildung 74: Kostenverteilung andere Gemeinden nach Kostentyp (relativ zur Länge der Hauptgeleise)

6.8.2.3 Vergleich Kennzahlen Privatbahnen

Im Register *Vergleich Kennzahlen* werden verschiedene Benchmarks dargestellt. Im Unterschied zum Register *Vergleich Gesamtkosten* (vgl. Kapitel 6.8.2.2) wird hier für jede Kostenposition die jeweils fachlich relevanteste Referenzgrösse gewählt. Aufgrund der unterschiedlichen Referenzgrössen ist eine Vergleichbarkeit über mehrere Kostenebenen nicht möglich.

Die dargestellten Werte und Diagramme im Register *Vergleich Kennzahlen* entsprechen weitgehend Kapitel 6.1 in diesem Bericht, weshalb auf eine weiterführende Erläuterung verzichtet wird. Im Unterschied zu Kapitel 6.1 repräsentiert der rote Punkt in diesem Kapitel die eigenen Kosten.

Exemplarisch wird hier nur das als Boxplot-/Whisker-Diagramm für die Gesamt- bzw. Totalkosten für den betrieblichen Unterhalt und Instandhaltung aufgeführt.

6.8.2.3.1 Totalkosten

Die betrachtete Privatbahn liegt diesbezüglich rund 15'000 CHF pro Hauptgleiskilometer unter dem Durchschnitt. Sie ist mit diesem Betrag innerhalb der 50% aller teilnehmenden Bahnen. Aufgrund der Erfahrungen kann beurteilt werden, ob dies mit speziellen Begebenheiten wie externe Ereignisse oder interne Anforderungen zu begründen sind (Abbildung 75).

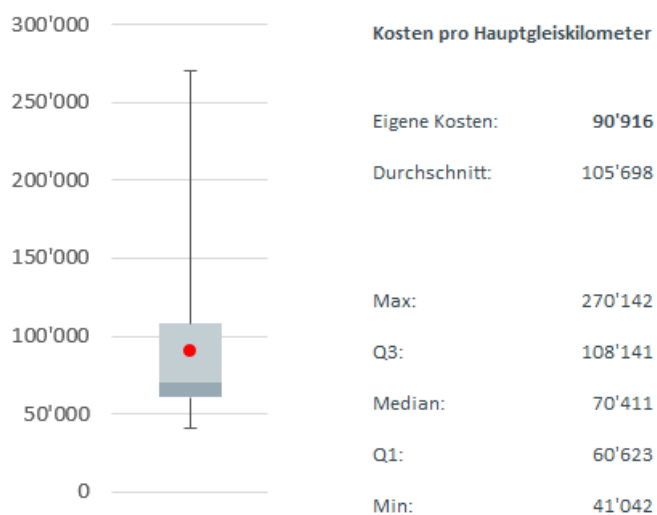


Abbildung 75: Benchmark und eigene Kosten Totalkosten

Weiter Boxplot-/Whisker-Diagramm für den

- Infrastruktur Bau
- Reinigung/Winterdienst
- Grünpflege
- Dienstfahrzeuge
- Elektrische Anlagen und
- Personalkosten Overhead finden sich in der Applikation.

6.8.2.4 Vergleich Kostenstruktur Privatbahnen

Das Register *Vergleich Kostenstruktur* vergleicht die prozentualen Anteile der einzelnen Kategorien/Kostentypen mit den Durchschnittswerten aller teilnehmenden Bahnen.

Kapitel 6 - Kennzahlen

6.8.2.4.1 Prozentuale Verteilung der Kosten nach Kategorien (eigener Kostenaufwand, Durchschnitt aller Bahnen)

Mit einem Spider-Diagramm werden die prozentualen Anteile der verschiedenen Kostenkategorien an den Totalkosten visualisiert. Die graue Linie entspricht den Werten des eigenen Unternehmens, die orange den Durchschnittswerten sämtlicher Bahnen (Abbildung 76).

Die Privatbahn kann erkennen, dass der Mitteleinsatz vom Durchschnitt der Privatbahnen abweicht. Während der Bereich Infrastruktur Bau rund 15% tiefer liegt, sind bei der Position Personal Overhead über 10% höhere Kosten zu verzeichnen (prozentualer Anteil der Gesamtkosten). Dies visualisiert ebenfalls, wo Optimierungspotenzial entdeckt werden kann.

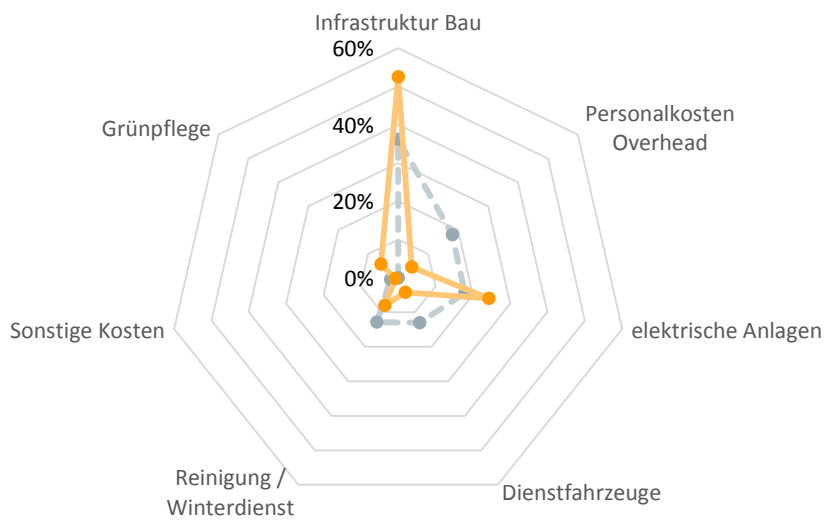


Abbildung 76: Kostenvergleich nach Kategorie (prozentual) - gestrichelte Linie (Grau) = Eigene Kosten; durchgezogene Linie (Orange) = Durchschnittskosten

6.8.2.4.2 Prozentuale Verteilung der Kosten nach Kategorie (eigene Kosten/Durchschnitt aller Bahnen)

Das Balkendiagramm zeigt für jede Kategorie deren Anteil an den Gesamtkosten des eigenen Unternehmens. Diese Angaben sind bereits bekannt aus dem vorangehenden Register Kostenverteilung (Abbildung 77).

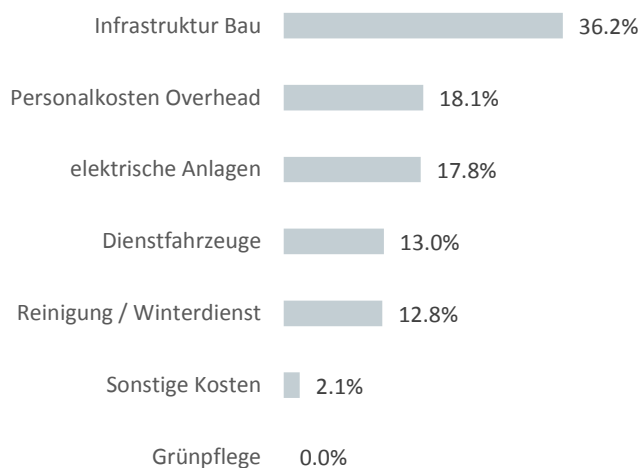


Abbildung 77: Eigene Kosten nach Kategorie (prozentual)

Kapitel 6 - Kennzahlen

Das zweite Balkendiagramm zeigt den Anteil der durchschnittlichen Kosten pro Kategorie an den durchschnittlichen Gesamtkosten sämtlicher teilnehmenden Bahnen (Abbildung 78).

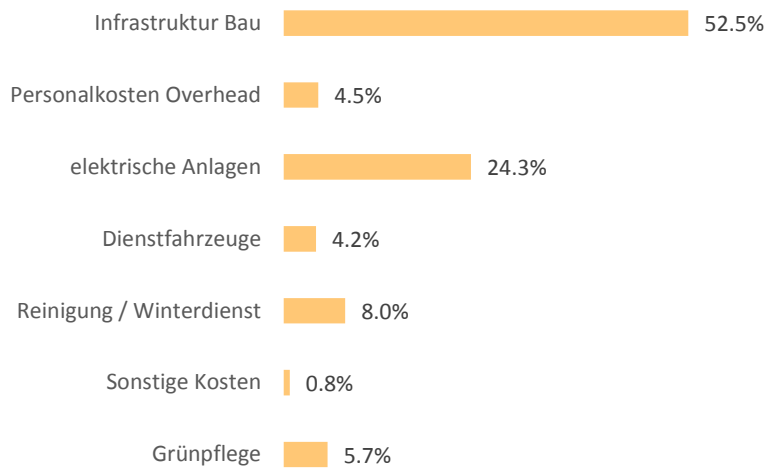


Abbildung 78: Durchschnittskosten nach Kategorie (prozentual, relativ zur Länge Hauptgeleise)

Damit werden die Angaben im Spider-Diagramm mit den Prozentwerten ergänzt.

6.8.2.4.3 Prozentuale Verteilung der Kosten nach Kostentyp (eigener Kostenaufwand, Durchschnitt aller Bahnen)

Mit dem zweiten Spider-Diagramm werden die prozentualen Anteile der verschiedenen Kostenkategorien an den Totalkosten visualisiert. Die graue Linie entspricht den Werten des eigenen Unternehmens, die orange den Durchschnittswerten sämtlicher Bahnen (Abbildung 79).

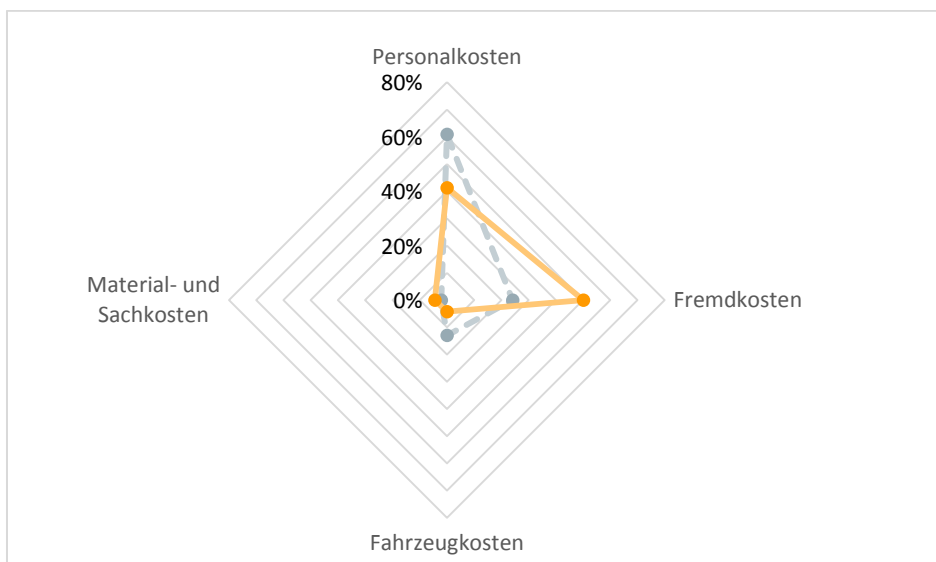


Abbildung 79: Kostenvergleich nach Kostentyp (prozentual) - gestrichelte Linie (Grau) = Eigene Kosten; durchgezogene Linie (Orange) = Durchschnittskosten

6.8.2.4.4 Prozentuale Verteilung der Kosten nach Kostentyp (eigene Kosten / Durchschnitt aller Bahnen)

Das Balkendiagramm zeigt für jeden Kostentyp den Anteil an den Gesamtkosten des eigenen Unternehmens. Diese Angaben sind bereits bekannt aus dem vorangehenden Register Kostenverteilung (Abbildung 80).

Kapitel 6 - Kennzahlen

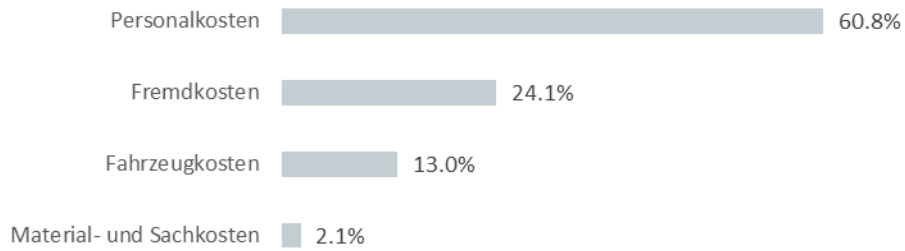


Abbildung 80: eigene Kosten nach Kostentyp (prozentual)

Das vierte Balkendiagramm zeigt den Anteil der durchschnittlichen Kosten pro Kostentyp an den durchschnittlichen Gesamtkosten sämtlicher teilnehmenden Bahnen (Abbildung 81).

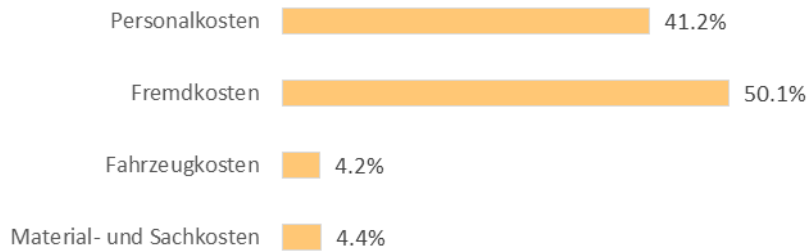


Abbildung 81: Durchschnittskosten nach Kostentyp (prozentual, relativ zur Länge Hauptgeleise)

7 Anpassungsfaktoren

Anpassungsfaktoren werden verwendet, um Effekte zu kompensieren, welche von nicht beeinflussbaren Umstandsfaktoren ausgelöst werden und nicht unter der Kontrolle der Betreiberorganisationen stehen. Diese Anpassungsfaktoren ermöglichen es, trotz unterschiedlicher Ausgangslagen wie Netzlänge, Höhenlage, Schneefall etc. einen Vergleich zwischen den Betreiberorganisationen anzustellen. In der vorliegenden Untersuchung werden die Kosten normalisiert, um eine bessere Vergleichbarkeit zu erreichen.

Diese Anpassungsfaktoren wurden nicht im Inframonitor integriert. Die Erfahrungen der Auswertung müssen noch vertieft validiert werden, um die Verlässlichkeit zu untermauern (siehe Tabelle 84).

Die wirkenden Umstandsfaktoren sind Faktoren wie die Grösse des Netzwerkes, die Einwohnerzahl, die Höhenlage oder die Anzahlschneetage pro Jahr. Diese Umstandsfaktoren haben einen Einfluss auf die Tätigkeiten der Betreiberorganisationen, können aber nicht wirklich beeinflusst werden. Diese Umstandsfaktoren können von Gemeinde zu Gemeinde von Transportunternehmung zu Transportunternehmung unterschiedliche Ausprägungen haben. Die Anpassungsfaktoren sollen ermöglichen, dass diese Unterschiede vernachlässigt werden können.

Die Anpassungen werden gemacht durch die Beurteilung von Input und Output. Sodass für jeden Wechsel von einer Einheit beim Input eine Veränderung beim Output entsteht durch die Veränderung durch a_i Einheiten. Wobei alle anderen Faktoren fixiert bleiben. Dies kann durch die Verwendung der linearen Regression erreicht werden.

Dieser Ansatz definiert folgende Gleichung (12):

$$V_{ij} = \beta + Hf_j + a_{ij} \quad (12)$$

Wobei,

- V_{ij} : Wert i angepasst für den Umstandsfaktor j
- β : Konstante abgeleitet aus der Regressionsanalyse
- Hf_j : Wert des Umstandsfaktors j
- a_{ij} : Koeffizient des Umstandsfaktors j

Mit der Bestimmung der Regressionsgleichung, wird auch der Umstandsfaktor (α) für jeden Wert des Umstandsfaktors ist durch die Gleichung (12) in Gleichung (13) bestimmt.

$$\alpha = \frac{\beta + Hf_j + a_{ij}}{\beta + Hf_{j_{\min}} + a_{ij}} \quad (13)$$

Wobei,

- $Hf_{j_{\min}}$: Minimal Wert des Umstandsfaktors j

Die Gleichung (13) kann geschrieben werden als Gleichung (14) durch die Verwendung von Regressionsgleichungen zwischen α und Hf .

$$\alpha = \beta' + Hf_j + a' \quad (14)$$

Abschliessend kann V_{ij} als ausgeglichen werden durch die Gleichung (15).

$$V_{ij-adj} = \frac{\alpha'}{\alpha_0} V_{ij} \quad (15)$$

Wobei,

- V_{ij-adj} : angepasster Wert i infolge Umstandsfaktor j
- α' : Anpassungsfaktor gemäss dem gewünschten Umstandsfaktor
- α_0 : Anpassungsfaktor gemäss dem Wert des Umstandsfaktors

7.1 Vorgehen

Die Vorgehensschritte zur Bestimmung der Anpassungsfaktoren sind:

- 1) Bestimmung der Messgrössen von Interesse (beispielsweise Gesamtkosten, Kosten für den Winterdienst)
- 2) Bestimmung der Umstandsfaktoren (beispielsweise, Grösse des Verkehrsnetzes, Anzahl Schneetage)
- 3) Unter Verwendung der Regressionsanalyse werden die Verhältnisse zwischen den Messgrössen von Interesse und den zugehörigen Umstandsfaktoren bestimmt (beispielsweise Verhältnis zwischen den Kosten für den Winterdienst und der Anzahl Schneetage) Gleichung (12))
- 4) Unter Verwendung des Bestimmtheitsmasses können die Anpassungsfaktoren bestimmt werden (Gleichung (13))
- 5) Die Anpassungsfaktoren können für einen gegebenen Umstandsfaktor angewandt werden, um den Wert von Interesse auszugleichen (Gleichung (15))

Wenn die Messgrössen von Interesse und die Umstandsfaktoren, welche im Schritt 3 untersucht wurden ein tiefes Bestimmtheitsmass R^2 haben, sollte der abgeleitete Umstandsfaktor mit Vorsicht verwendet werden, insbesondere wenn das Verhältnis zwischen einem Wert von Interesse (Totalkosten Instandhaltung und betrieblicher Unterhalt) und den Umstandsfaktoren (wie Höhenlage, Gesamtfläche Verkehr) nicht sehr stark ist.

7.2 Bestimmung der Anpassungsfaktoren

Der Wert der Anpassungsfaktoren, um den Effekt von ausgewählten Leistungskennzahlen bei Gemeindestrassen und Privatbahnen auszugleichen wird in den folgenden Kapiteln aufgezeigt.

7.2.1 Gemeinden

Die anzupassenden Werte, die Umstandsfaktoren und die abgeleiteten Anpassungsfaktoren für die teilnehmenden Gemeinden sind summarisch in der folgenden Tabelle 84 aufgezeigt.

Um den Vergleiche zwischen den Gemeinden angemessener zu machen, sollten die Kosten bezüglich der einwirkenden Umstandsfaktoren angepasst bzw. normalisiert werden. In der Tabelle 84 sind die untersuchten Faktoren aufgelistet, wie sie die Kosten allenfalls beeinflussen. Beispielsweise der Einfluss der Einwohnerzahl, die Höhenlage (in Meter über Meer), die Gesamtverkehrsfläche in Bezug auf die Gesamtkosten betrieblicher Unterhalt und Instandhaltung Gemeindestrassen. Ebenso der Faktoren wie der Zustand der Verkehrsflächen, Leistungsniveaus in der Erledigung der anstehenden Arbeiten, effektiv gereinigte Flächen (adjusted clean area), Anzahl Schneetage, Anzahl Tage mit Minustemperaturen und Anzahl Frostwechsel wurden untersucht in Bezug auf Ihre Wirkung auf die unterschiedlichen Kostenkategorien. Im Bereich der Kosten Grünpflege wurden keine Faktoren ermittelt, welche weiter untersucht worden wären. Unter der Verwendung der Gleichung (12) für die vorhandenen Daten wurde festgestellt, dass nicht alle möglichen Faktoren einen Einfluss haben wie

erwartet. Dies wird festgelegt durch den Wert des Bestimmtheitsmass R^2 für jede Kombination von Kosten und Faktor. Zum Beispiel der Zustand Verkehrsfläche oder die „Leistungen sofort“ bei den Leistungsniveaus haben keinen Einfluss auf die Gesamtkosten kleiner baulicher Unterhalt, wie ursprünglich angenommen. Wenn das Bestimmtheitsmass für diese Variablen betrachtet wird ($R^2 = 0.01$ für den Zustand der Verkehrsflächen und $R^2 = 0.00$ für die Leistungen sofort), daraus wird ersichtlich, dass diese Faktoren sich praktisch nicht auf die Schwankungen diese Kosten auswirkt. In diesem Fall würden sich Anpassungen auf Grund dieser Faktoren auch nicht rechtfertigen. Dieselbe Erkenntnis zeigt sich bei der Anzahl Schneetage und bei den Gesamtkosten Reinigung ($R^2 = 0.01$). Auf der anderen Seite konnte festgestellt werden, dass die Reinigungsintervalle auf der Verkehrsfläche (abgebildet durch die jährlich gereinigte Verkehrsfläche) einen Einfluss auf die Gesamtkosten Reinigung haben ($R^2 = 0.53$). Es konnte ebenfalls ermittelt werden, dass die Anzahl Schneetage einen Einfluss auf die Winterdienstkosten hat ($R^2 = 0.64$). In diesen Fällen kann für diese Kosten bei den unterschiedlichen Gemeinden eine Anpassung vorgenommen werden, um die Vergleiche angemessener zu machen.

Tabelle 84: anzupassender Wert, Umstandsfaktor, und zugehörige Regressionsgleichung

i,j	anzupassender Wert (V_j)	Umstandsfaktor (Hf_j)	Gleichung (12)	R^2
1,1	Gesamtkosten Instandhaltung und Unterhalt der kommunalen Strassen (CHF)	Anzahl Einwohner	$V_{11} = 592'256 + 85.114 Hf_1$	0.29
1,2	Gesamtkosten Instandhaltung und Unterhalt der kommunalen Strassen (CHF)	Meter über Meer (1.10*)	$V_{12} = 730'096 + 1582.9 Hf_2$	0.16
1,3	Gesamtkosten Instandhaltung und Unterhalt der kommunalen Strassen (CHF)	Gesamtfläche Verkehr Gemeinde (mit Drittflächen) (m^2) (1.2+1.3+1.4)	$V_{13} = 519'819 + 3.1421 Hf_3$	0.34
2,4	Gesamtkosten kleiner baulicher Unterhalt (CHF)	Zustand Verkehrsflächen (3.2.1)	$V_{24} = 383'543 + 59016 Hf_4$	0.01
2,5	Gesamtkosten kleiner baulicher Unterhalt (CHF)	Leistungen sofort (4.7.1)	$V_{25} = 482'469 + 41'841 Hf_5$	0.00
3,6	Gesamtkosten Reinigung (CHF)	Gesamte gereinigte Fläche (m^2) (4.1.1/4)	$V_{36} = 92'010 + 0.0218 Hf_6$	0.53
3,7	Gesamtkosten Reinigung (CHF)	Anzahl Schneetage (6.5)	$V_{37} = 300'475 - 2'459.5 Hf_7$	0.01
4,7	Gesamtkosten Winterdienst (CHF)	Anzahl Schneetage (6.5)	$V_{47} = 19'691 + 18'951 Hf_7$	0.64
4,8	Gesamtkosten Winterdienst (CHF)	Anzahl Tage mit $T < 0^\circ C$ (6.2.2)	$V_{48} = - 59'462 + 4'328 Hf_8$	0.32
4,9	Gesamtkosten Winterdienst (CHF)	Anzahl Frostwechsel (6.3)	$V_{49} = - 44'373 + 4'441.4 Hf_9$	0.25

* Angegeben Höhenlage der Gemeinden in Meter über Meer (nicht Bestandteil des Fragebogens)

Die Angaben in der Tabelle 84 können wie folgt interpretiert werden.

1,1: 29 % der Veränderung der Gesamtkosten Instandhaltung und Unterhalt der Gemeindestrassen kann durch die Anzahl Einwohner erklärt werden. Für jeden Anstieg um einen Einwohner steigen die Gesamtkosten Instandhaltung und Unterhalt um 85.11 CHF.

1,2: 16% der Veränderung der Gesamtkosten Instandhaltung und Unterhalt der Gemeindestrassen kann durch die Höhenlage über Meer erklärt werden. Für jeden Anstieg der Höhenlage um einen Meter steigen die Gesamtkosten Instandhaltung und Unterhalt um 1'592.90 CHF.

1,3: 34% der Veränderung der Gesamtkosten Instandhaltung und Unterhalt der Gemeindestrassen kann durch die Gesamtverkehrsfläche in der Gemeinde (inkl. Drittflächen) erklärt werden. Mit jeder

Flächenzunahme um einen Quadratmeter steigen die Gesamtkosten Instandhaltung und Unterhalt um 3.14 CHF an.

2,4: Entgegen der ursprünglichen Annahme hat der Zustand der Verkehrsfläche keinen Einfluss auf die Gesamtkosten des kleinen baulichen Unterhalts. Angezeigt durch den kleinen Wert von 0.01 des Bestimmtheitsmasses R^2 .

2,5: Entgegen der ursprünglichen Annahme haben sofort erledigte Aufgaben³⁰ keinen Einfluss auf die Gesamtkosten des kleinen baulichen Unterhalts. Angezeigt durch den kleinen Wert von 0.00 des Bestimmtheitsmasses R^2 .

3,6: 53% der Veränderung der Gesamtkosten Reinigung können durch die gesamte gereinigte Fläche erklärt werden. Für jeden Anstieg der zu reinigenden Fläche, steigen die Gesamtkosten für die Reinigung um 2 Rappen.

3,7: Entgegen der ursprünglichen Annahme hat die Anzahl Schneetage keinen Einfluss auf die Gesamtkosten Reinigung. Angezeigt durch den kleinen Wert von 0.01 des Bestimmtheitsmasses R^2 .

4,7: 64% der Veränderung der Gesamtkosten Winterdienst können durch die Anzahl Schneetage erklärt werden. Für jeden Anstieg der Anzahl Schneetage steigen die Gesamtkosten für den Winterdienst um 18'951 CHF.

4,8: 32% der Veränderung der Gesamtkosten Winterdienst können durch die Anzahl Tage mit einer Temperatur unter 0 Grad Celsius. Für jeden zusätzlichen Tag steigen die Gesamtkosten für den Winterdienst um 4'328 CHF.

4,9: 25% der Veränderung der Gesamtkosten Winterdienst können durch die Anzahl Frostwechsel erklärt werden. Für jeden Anstieg der Anzahl Frostwechsel steigen die Gesamtkosten für den Winterdienst um 4'441.4 CHF.

Tabelle 85 zeigt die Gleichungen für verschiedene Anpassungsfaktoren. Es wurden alle Anpassungsfaktoren ermittelt, auch bei einem tiefen R^2 -Wert.

³⁰ Ereignisbewältigung, welche sofort ausgeführt werden und nicht in einen routinemässig planbaren Einsatz ausgeführt werden.

Kapitel 7 - Anpassungsfaktoren

Tabelle 85: Angepasste Werte, Umstandsfaktoren, und entsprechende Regressionsgleichung

<i>i,j</i>	anzupassender Wert (<i>V_j</i>)	Umstandsfaktor (<i>Hf_j</i>)	Gleichung (14)
1,1	Gesamtkosten Instandhaltung und Unterhalt der kommunalen Strassen (CHF)	Anzahl Einwohner (N/A)	$\alpha_{11} = 6.62E-01 + 9.51E-05 Hf_1$
1,2	Gesamtkosten Instandhaltung und Unterhalt der kommunalen Strassen (CHF)	Meter über Meer (1.10*)	$\alpha_{12} = 5.98E-01 + 1.30E-03 Hf_2$
1,3	Gesamtkosten Instandhaltung und Unterhalt der kommunalen Strassen (CHF)	Gesamtfläche Verkehr Gemeinde (mit Drittflächen) (1.2+1.3+1.4)	$\alpha_{13} = 6.2E-01 + 3.8E-06 Hf_3$
2,4	Gesamtkosten kleiner baulicher Unterhalt (CHF)	Zustand Verkehrsflächen (3.2.1)	$\alpha_{24} = 8.59E-01 + 1.32E-01 Hf_4$
2,5	Gesamtkosten kleiner baulicher Unterhalt (CHF)	Leistungen sofort (4.7.1)	$\alpha_{25} = 1.00E+00 + 8.67E-02 Hf_5$
3,6	Gesamtkosten Reinigung (CHF)	Gesamte gereinigte Fläche (4.1.1/4)	$\alpha_{36} = 7.61E-01 + 1.80E-07 Hf_6$
3,7	Gesamtkosten Reinigung (CHF)	Anzahl Schneetage (6.5)	$\alpha_{37} = 1.01E+00 - 8.25E-03 Hf_7$
4,8	Gesamtkosten Winterdienst (CHF)	Anzahl Tage mit T < 0°C (6.2.2)	$\alpha_{48} = - 6.08E+00 + 4.42E-01 Hf_8$
4,9	Gesamtkosten Winterdienst (CHF)	Anzahl Frostwechsel (6.3)	$\alpha_{49} = - 2.49E+00 + 2.49E-01 Hf_9$
4,7	Gesamtkosten Winterdienst (CHF)	Anzahl Schneetage (6.5)	$\alpha_{47} = 5.10E-01 + 4.90E-01 Hf_7$

7.2.1.1 Beispiel

Eine Gemeinde A gibt im Jahr 2014 für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung total 1'500'000.- aus. Davon sind 450'000 für den kleiner baulicher Unterhalt, 255,000 für den Reinigung, und 180,000 für den Winterdienst. Der Wert für den Umstandsfaktor für diese Gemeinde A und für den Durchschnitt aller Gemeinden ist in Tabelle 86 aufgeführt. Zur Veranschaulichung wurden angenommen, dass alle Faktoren in diesem Beispiel angepasst werden (in Realität sollten nur diejenigen Faktoren mit einem $R^2 > 0.5$ für Anpassungen verwendet werden, um verglichen zu werden.

Tabelle 86: Wert Umstandsfaktor Gemeinde A und Durchschnitt aller Gemeinden.

Umstandsfaktor	Gemeinde A	Durchschn. Gemeinde
Anzahl Einwohner (N/A)	18'000	12'000
Meter über Meer (1.10*)	750	550
Gesamtfläche Verkehr Gemeinde (mit Drittflächen) (1.2+1.3+1.4)	450'000	320'000
Zustand Verkehrsflächen (3.2.1)	3.50	1.70
Leistungen sofort (4.7.1)	0.60	0.40
Gesamte gereinigte Fläche (4.1.1/4)	6'500'000	8'500'000
Anzahl Tage mit T < 0°C (6.2.2)	100	65
Anzahl Frostwechsel (6.3)	95	60
Anzahl Schneetage (6.5)	18	11

Die Gleichungen in Tabelle 85 werden verwendet zur Bestimmung der Anpassungsfaktoren (Tabelle 87).

Tabelle 87: Anpassungsfaktoren (α) für die Umstandsfaktoren für die Gemeinde A und den Durchschnitt aller Gemeinden

Umstandsfaktor	i,j	α_0 Gemeinde A	α' Durchschn. Gemeinde	α' / α_0
Anzahl Einwohner	1,1	2.37	1.80	0.760
Meter über Meer	1,2	1.57	1.31	0.835
Gesamtfläche Verkehr Gemeinde	1,3	2.33	1.84	0.788
Zustand Verkehrsflächen	2,4	1.32	1.08	0.820
Leistungen sofort	2,5	1.05	1.03	0.984
Gesamte gereinigte Fläche	3,6	2.38	2.29	1.186
Anzahl Schneetage	3,7	0.86	0.92	1.067
Anzahl Tage mit $T < 0^\circ\text{C}$	4,8	38.12	22.65	0.594
Anzahl Frostwechsel	4,9	21.17	12.45	0.588
Anzahl Schneetage	4,7	9.33	5.90	0.632

Die Anpassungsfaktoren werden verwendet, um deren Wirkung auf die Kosten des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung der Gemeindestrassen und der Winterdienstkosten. Die angepassten Werte für die Kosten sind in Tabelle 88 dargestellt.

Tabelle 88: Angepasste Kosten für Gemeinde A, verglichen zu Umstandsfaktoren der Durchschnittsgemeinden

Umstandsfaktoren	Kosten (und Kategorie)	Angepasste Kosten
Anzahl Einwohner	1'500'000 (gesamt)	1'139'439
Meter über Meer	1'500'000 (gesamt)	1'252'066
Gesamtfläche Verkehr Gemeinde	1'500'000 (gesamt)	1'181'974
Zustand Verkehrsflächen	450'000 (kleiner baulicher Unterhalt)	369'061
Leistungen sofort	450'000 (kleiner baulicher Unterhalt)	442'583
Gesamte gereinigte Fläche	255'000 (Reinigung)	302'540*
Anzahl Schneetage	255'000 (Reinigung)	272'094
Anzahl Tage mit $T < 0^\circ\text{C}$	180'000 (Winterdienst)	106'952
Anzahl Frostwechsel	180'000 (Winterdienst)	105'882
Anzahl Schneetage	180'000 (Winterdienst)	113'826*

*Kostenanpassungen für Faktoren mit einem $R^2 > 0.50$ (vgl. Tabelle 84)

7.3 Anwendung von Anpassungsfaktoren für die Kennzahlen

7.3.1 Gemeinden

Der Anpassungsfaktoren mit einem R^2 grösser als 0.50 (Tabelle 84) wurden verwendet für die "Normalisierung" bzw. Anpassung der Kosten pro Einheit. Hierzu wurden die Gesamtkostenreinigung bezüglich dem Faktor total gereinigte Verkehrsfläche pro Jahr (gesamte gereinigte Fläche) und die Gesamtkosten Winterdienst bezüglich dem Faktor Anzahl Schneetage normalisiert.

Der Durchschnitt ist das meistverwendete Mass für den mittigen Wert. Allerdings kann der Durchschnitt durch Ausreisser nach oben oder unten diesen Wert massgebend beeinflussen (wie es zum Teil bei den vorliegenden Daten vorkommt). Um dies Nachteile zu vermeiden, wurde der Median verwendet, um einen verlässlicheren Wert um Anpassungen für die Kostendaten und die relevanten Kosteneinheiten, welche bei den Kennzahlen verwendet werden.

Die Auswertung mit den Rohdaten und den angepassten Daten werden in der folgenden Abbildung 82 ersichtlich.

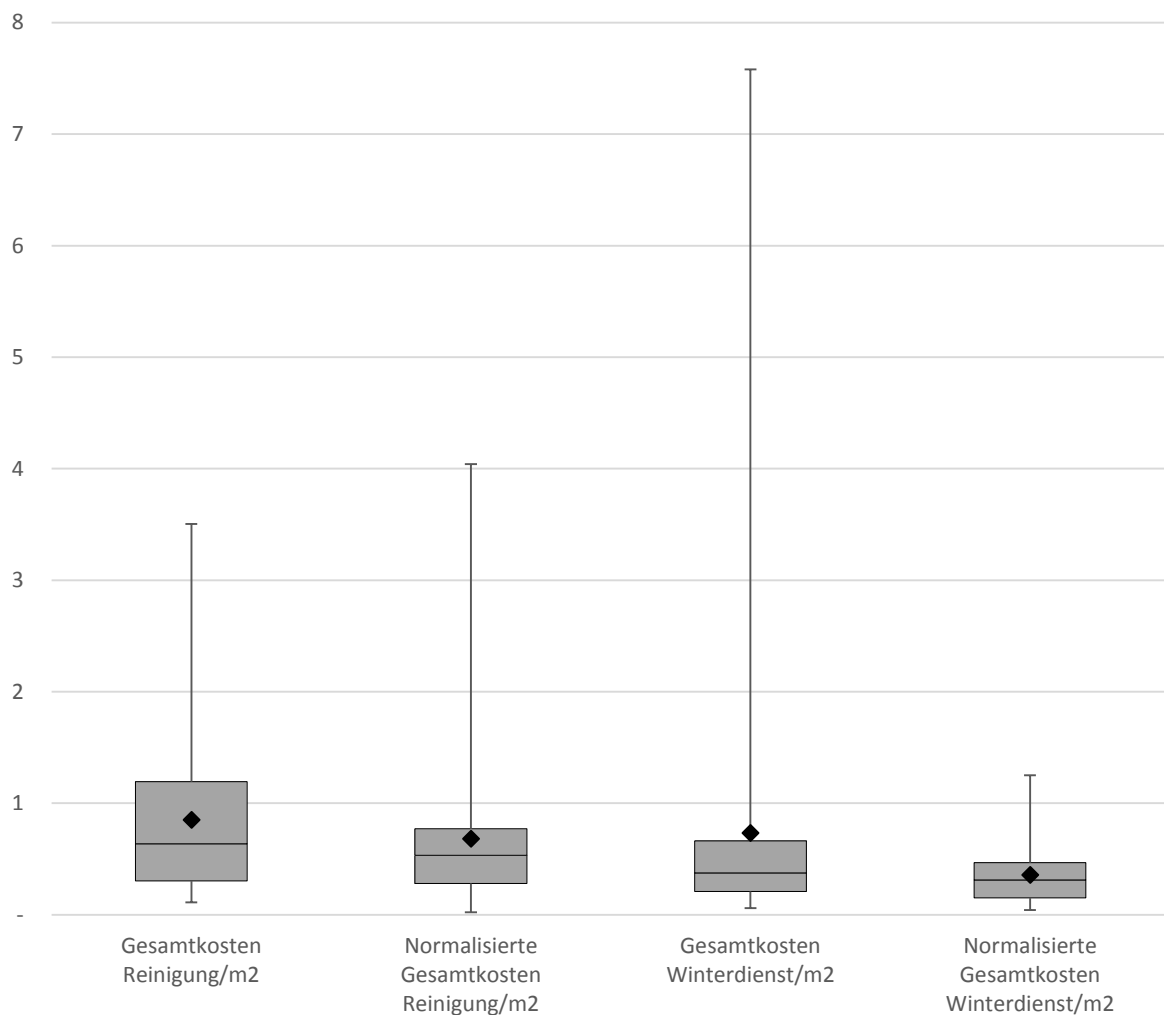


Abbildung 82: Box-and-whisker plot für Ursprungskosten und angepasster Kosten für Reinigung und Winterdienst

Aus der Abbildung 82 wird ersichtlich, dass bei den Gemeinden die Einheitskosten Reinigung pro Quadratmeter die Einheitspreise steigen. Dies ist bedingt durch wesentliche Schwankungen bei den ursprünglichen Gesamtkosten. Werden die Kosten in Bezug auf die effektiv gereinigte Fläche normalisiert (m^2 pro Jahr), wächst die Spannweite leicht an. Das Gegenteil ist festzustellen bei den Einheitskosten des Winterdienstes normalisiert in Bezug auf die Anzahl Schneetage im Jahr. Die Schwankungen bei den ursprünglichen Daten im Winterdienst sind signifikant grösser als bei den normalisierten Angaben. Es zeigt sich, dass beim Vergleich der Einheitskosten bzw. der Gesamtkosten in Bezug auf die Originalkosten bzw. den normalisierten Kosten es unerlässlich ist, ein besseres Verständnis für die betrachteten Gemeinden in Bezug zu den Referenzgrössen (in diesem Fall der Median der Gemeinden) zu haben. Die folgende Aufstellung zeigt die Erkenntnisse der Normalisierung der Einheitskosten gemäss Abbildung 82.

7.3.1.1 Kosten Reinigung / Gesamtfläche Verkehr (inkl. Drittflächen) - angepasst

Die allgemeine Statistik ist in Abbildung 83 zusammengefasst. Nach der Normalisierung der Reinigungskosten entlang des Medianwertes für die gesamte gereinigte Fläche ergibt sich immer noch eine Spannweite von 4.02 CHF/ m^2 . Das Minimum liegt bei 0.02 CHF/ m^2 und das Maximum bei 4.04 CHF/ m^2 . Die Hälfte der Gemeinden würde demnach zwischen 0.27 CHF und 0.77 CHF/ m^2

(Interquartilsabstand) zu liegen kommen. Der festgelegt Median bleibt bei 0.53 CHF/m², der Durchschnitt kommt auf 0.68 CHF/m² und die Standardabweichung bei 0.71 CHF/m².

Hieraus wird ersichtlich, dass mit der Normalisierung anhand Anzahl Schneetage die Anpassungsfaktoren eine verbesserte Vergleichbarkeit ermöglichen. Im vorliegenden Fall liegen die angepassten Extremwerte zwar weiter auseinander, aber die Spannweite des Interquartilsabstandes rückt näher zusammen. Dies zeigt, dass die Gemeinden in Bezug auf die Reinigung ähnlicher und vergleichbarer sind, als wenn die Originaldaten verwendet werden.

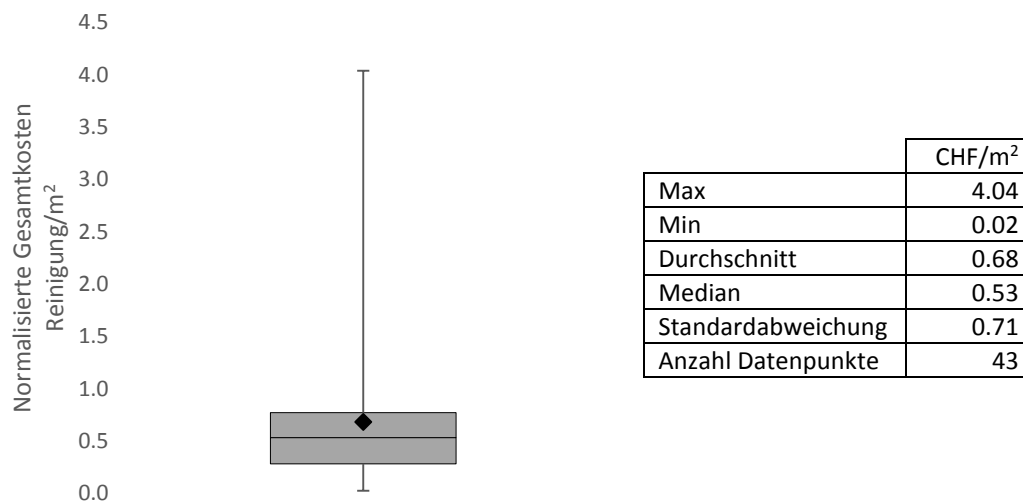


Abbildung 83: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Reinigung / Gesamtfläche Verkehr (normalisiert für den Medianwert für die gesamte gereinigte Fläche)

7.3.1.2 Kosten Winterdienst / Gesamtfläche Verkehr (inkl. Drittflächen) - normalisiert

Die allgemeine Statistik ist in Abbildung 84 zusammengefasst. Nach der Normalisierung der Reinigungskosten entlang des Medianwertes für die Anzahl Schneetage ergibt sich eine Spannweite von 1.21 CHF/m². Das Minimum liegt bei 0.04 CHF/m² und das Maximum bei 1.25 CHF/m². Die Hälfte der Gemeinden würde demnach zwischen 0.15 CHF und 0.47 CHF/m² (Interquartilsabstand) zu liegen kommen. Der festgelegt Median bleibt bei 0.31 CHF/m², der Durchschnitt kommt auf 0.36 CHF/m² und die Standardabweichung bei 0.28 CHF/m².

Ähnlich wie bei der Reinigung kann auch beim Winterdienst erreicht werden, dass die angepassten Werte eine bessere Vergleichbarkeit ermöglichen. Die normalisierten Winterdienstwerte für die Anzahl Schneetage zeigen die besten Vergleichswerte. Der Interquartilsabstand reduziert sich, woraus geschlossen wird, dass ein Vergleich mithilfe zu einem qualitativen Vergleich der Angaben.

Weitere Anpassungen sind nicht anwendbar wegen den erhaltenen, tiefen Werten für das Bestimmtheitsmass bei den anderen Faktoren.

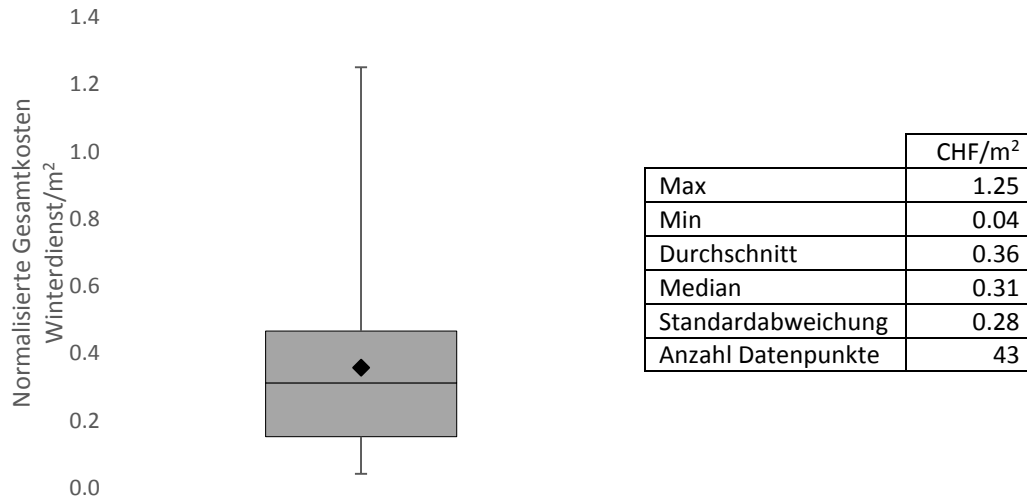


Abbildung 84: Box-and-whisker plot und allgemeine Statistik für Kosten Winterdienst / Gesamtfläche Verkehr (normalisiert für den Medianwert für die Anzahl Schneetage)

7.3.2 Privatbahnen

Anpassungsfaktoren für Privatbahnen konnten wegen der unvollständigen Datensätze nicht bestimmt werden. Der entsprechende Prozess, welcher für Gemeindestrassen angewandt wurde, kann dereinst auch für Privatbahnen verwendet werden, wenn genügend Daten vorhanden sind.

8 Skaleneffekte

Skaleneffekte wurden durch die Betrachtung der Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung in Gegenüberstellung zur Grösse des Netzwerkes. Es ging darum herauszufinden, ob Gemeinden oder Privatbahnen einen Kostenvorteil erwirtschaften können aufgrund der Grösse des Netzwerkes. Werden Skaleneffekte beobachtet, so sinken die Einheitskosten beim Ertrag, da sich die Fixkosten auf mehr Einheiten verteilen (Abbildung 85).

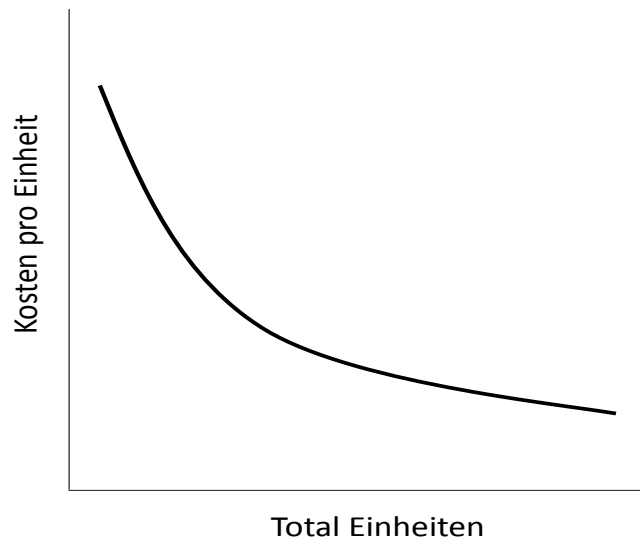


Abbildung 85: Typische grafische Darstellung von Skaleneffekten

8.1 Gemeinden

Es darf angenommen werden, dass Skaleneffekte bei bestimmten Kostenkategorien aus verschiedenen Gründen eintreten (beispielsweise technische Gründe, Einkauf, verwaltungstechnische Gründe). Zum Beispiel eine Gemeinde kann technische Vorteile erlangen, wenn die Mechanisierung in den Prozessen zunimmt (beispielsweise eine Zunahme an Reinigungsmaschinen oder an Schneepflügen), was zu Kosteneinsparungen im Betrieb führt. Einkaufserfolge können erreicht werden, wenn in grossen Mengen eingekauft werden kann. Dabei können Gemeinden oder auch Bahnen sich zu Einkaufs-Gruppen zusammenschliessen und geeint mit einer grösseren Kaufmacht Material zu besseren Konditionen einkaufen (beispielsweise Salz, Schienen); Material das gelagert werden kann und der Aufwand für das Lagern die besseren Konditionen wieder wegfrisst. Aus den Interviews mit den Gemeinden geht hervor, dass in den meisten Fällen der verwaltungs- und führungstechnische Overhead der einzelnen Aufgabengebiete (=Kostenkategorien übergreifend) „geteilt“ werden, was gewissermassen administrative Einsparungen mit sich bringen dürfte.

In ähnlicher Betrachtungsweise darf angenommen werden, dass bei Gemeinden Grössennachteile entstehen, weniger effizient sind, wenn keine klaren Geschäftsabläufe, Planungsprozesse oder Strategie bezüglich der betrieblichen Unterhaltsarbeiten. Unterhaltstätigkeiten Unterhaltsarbeiten / Tätigkeiten für die verschiedenen Kosten. Grössennachteile sind in der Regel verbunden mit schlechten Kommunikationskanälen oder unsachgemässer Einführung von Geschäftsprozessen und Geschäftsplanung, schlechter Koordination zwischen Abteilungen oder zwischen der Führung und dem ausführenden Personal. Eine fehlende Strategie führt ebenfalls zu Nachteilen. Mit zunehmender Grösse können solche Faktoren, welche zu schlechten Prozessen führen geschehen.

Grössenvorteile und Grössennachteile wurden auf verschiedenen Ebenen untersucht: auf Stufe der Gesamtkosten für betrieblichen Unterhalt und Instandhaltung, bis hin zu den mehr detaillierten Auswertungen für die Kostenkategorien (beispielsweise, kleiner bauliche Unterhalt, Reinigung). Bei

der Verwendung der Einheitskosten für jede Stufe wurde bezüglich der Netzgrösse und der Leistungsniveaus untersucht.

Das Verhältnis zwischen den Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung per Laufmeter und Quadratmeterpreis wurde, unter der Verwendung einfacher Regressionsanalysen, zur Grösse des Netzwerkes verglichen (Laufmeter Strassennetz und Gesamtfläche Verkehr Gemeinde). Die Resultate werden in Abbildung 86 und Abbildung 87 dargestellt.

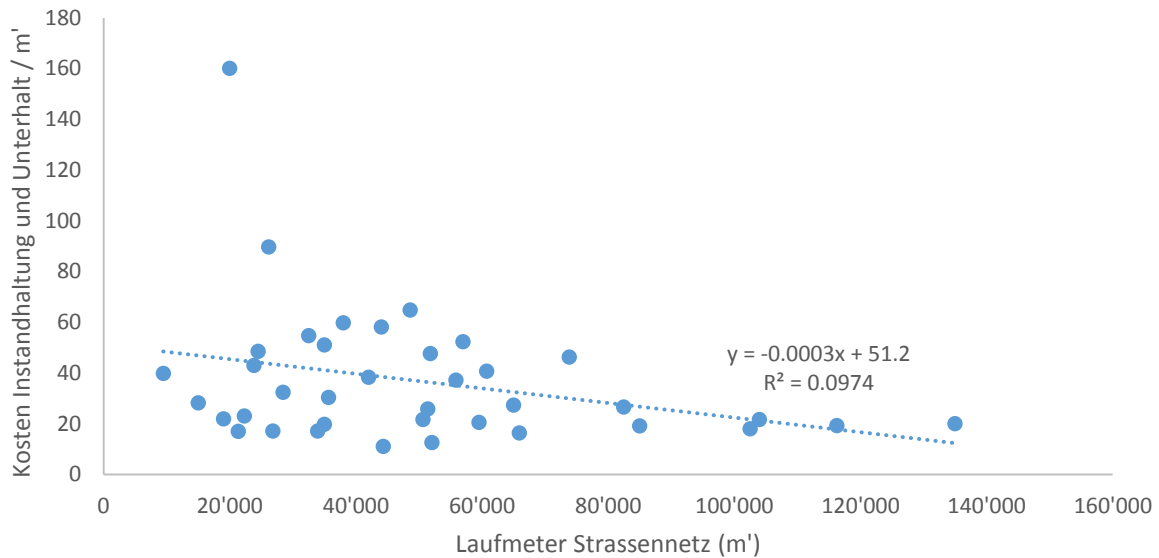


Abbildung 86: Skaleneffekte für die betrieblichen Unterhalts- und Instandhaltungskosten pro Laufmeter gegenüber Laufmeter Strassennetz

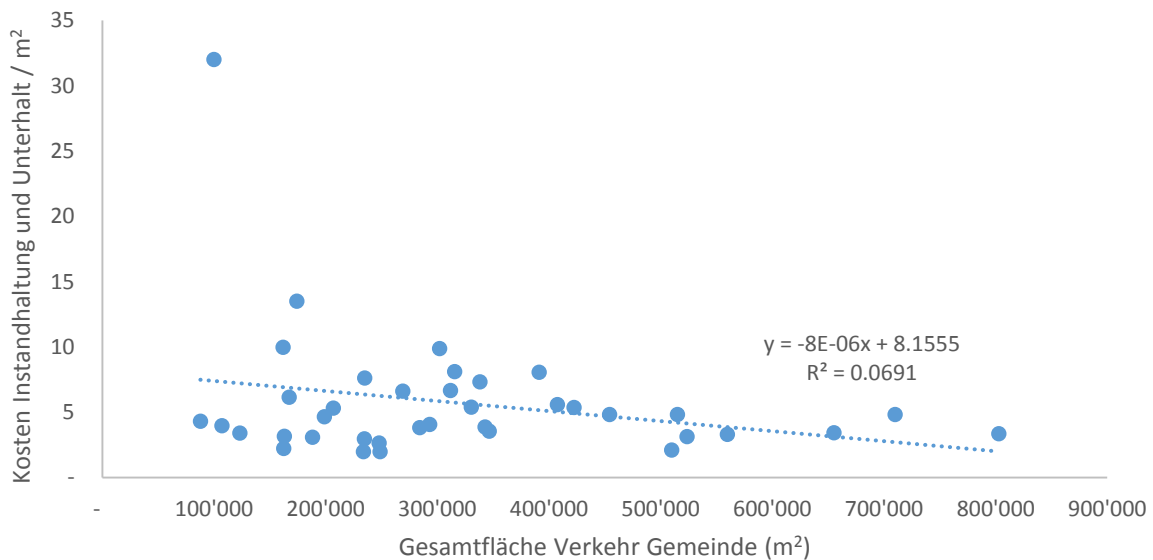


Abbildung 87: Skaleneffekte für die betrieblichen Unterhalts- und Instandhaltungskosten pro Quadratmeter gegenüber Gesamtfläche Verkehr Gemeinde

Auch wenn die Skaleneffekte für die Gesamtkosten des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung (per Laufmeter und Quadratmeter) nicht sehr ausgeprägt sind (kleines Bestimmtheitsmass $R^2=0.1$ beziehungsweise $R^2=0.07$), so kann aufgezeigt werden, dass sich für die verwendeten Daten mit dem Anstieg der Grösse des Strassennetzwerkes ein Rückgang der Einheitskosten ergab.

Kapitel 8 - Skaleneffekte

Skaleneffekte wurden ebenfalls untersucht für die folgenden, wichtigsten Einheiten der Kostenkategorien (kleiner baulicher Unterhalt, Reinigung, Grünpflege, und Winterdienst). Die folgenden Abbildungen (Abbildung 88 - Abbildung 94) zeigen den Effekt der Grösse bezüglich unterschiedlicher Einheitsgrössen.

In der folgenden Abbildung wird ersichtlich wie die Kosten des kleinen baulichen Unterhalts pro Laufmeter Strasse mit zunehmender Netzgrösse sich reduzieren (vgl. gepunktete Trendlinie - Abbildung 88). Entsprechend ist die Situation in der Abbildung 89 bei den Kosten des kleinen baulichen Unterhalts pro Quadratmeter. Auch diese reduzieren sich tendenziell mit zunehmender Gesamtfläche Verkehr einer Gemeinde.

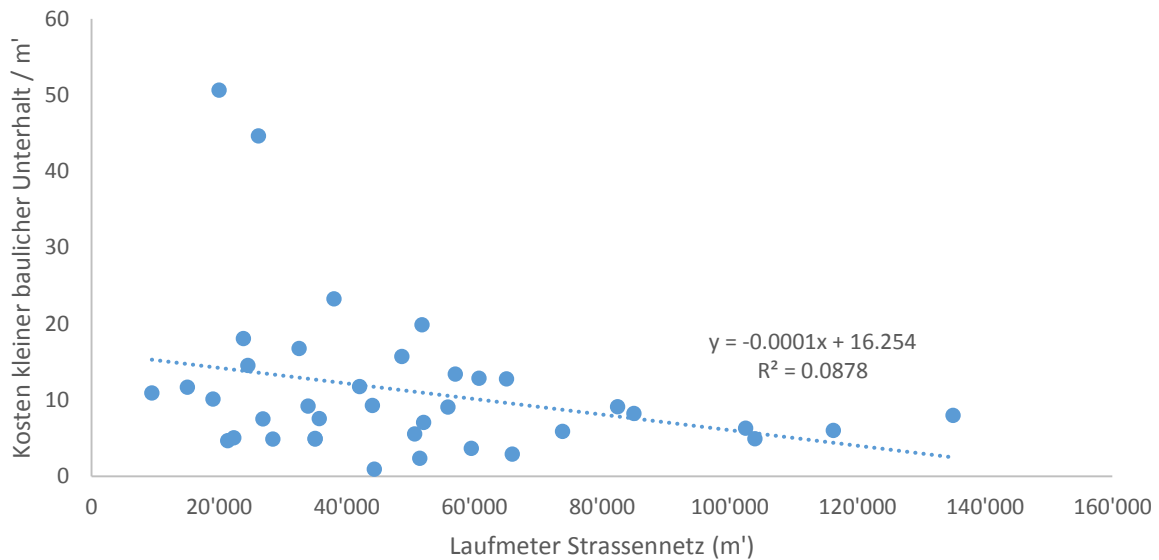


Abbildung 88: Skaleneffekte für die Kosten kleiner baulicher Unterhalt pro Laufmeter gegenüber Laufmeter Strassennetz

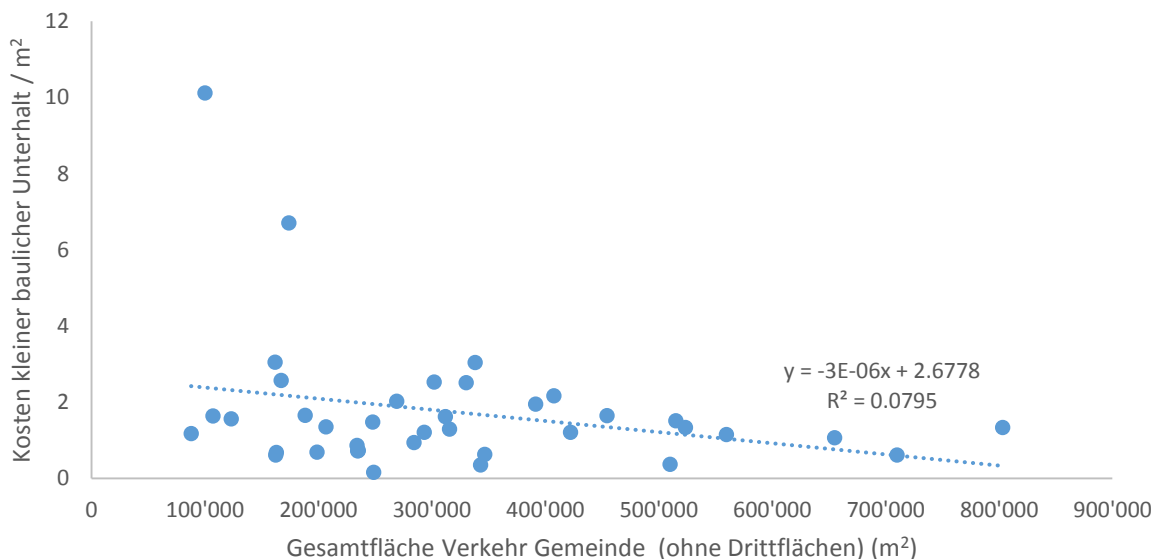


Abbildung 89: Skaleneffekte für die Kosten kleiner baulicher Unterhalt pro Quadratmeter gegenüber Gesamtfläche Verkehr Gemeinde (ohne Drittflächen)

Weniger ausgeprägt sind die Skaleneffekte bei der Reinigung. Mit zunehmender Gesamtfläche Verkehr, welche gereinigt wird, geht der Preis pro Quadratmeter Strasse leicht zurück (Abbildung 90).

Kapitel 8 - Skaleneffekte

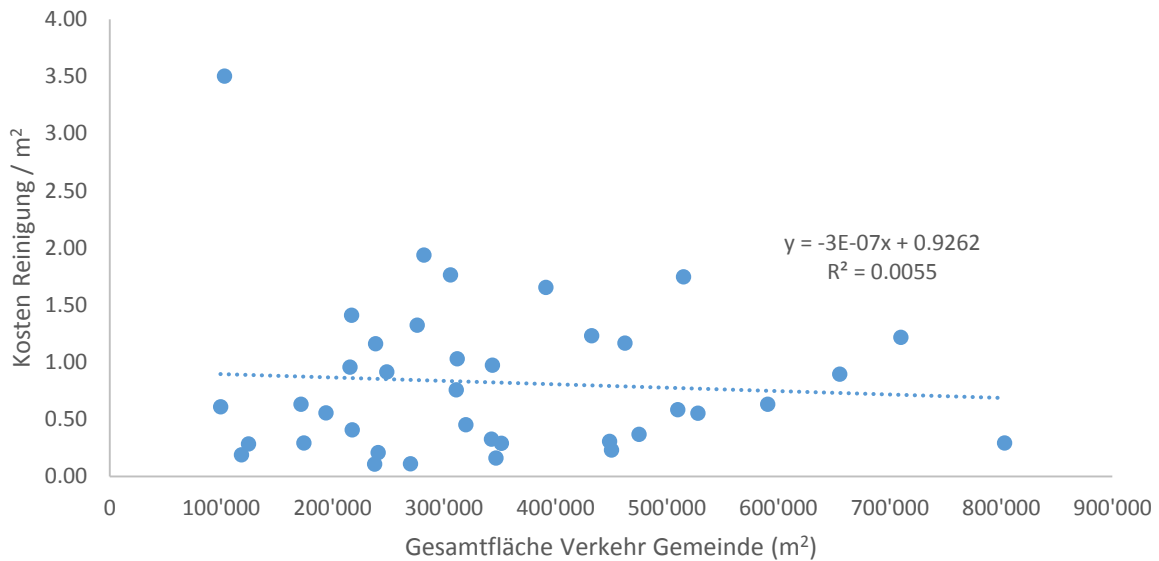


Abbildung 90: Skaleneffekte für die Kosten Reinigung pro Quadratmeter gegenüber Gesamtfläche Verkehr Gemeinde

Nahezu indifferent ist die Situation bei den Kosten pro effektiv gereinigtem Quadratmeter in Bezug zur Gesamtfläche des Strassennetzes einer Gemeinde (Abbildung 91). Der Einheitspreis pro Quadratmeter bleibt knapp bei 5 Rappen.

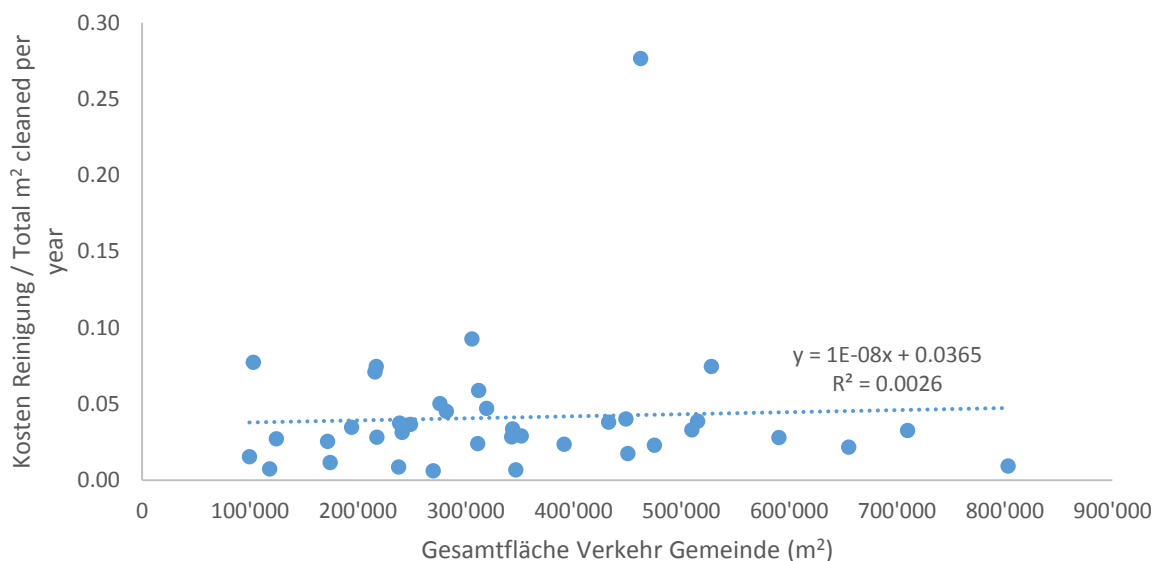


Abbildung 91: Skaleneffekte für die Kosten Reinigung pro total gereinigter Fläche gegenüber Gesamtfläche Verkehr Gemeinde

Bei der Grünpflege ist ein geringer Skaleneffekt erkennbar (Abbildung 92 und Abbildung 93). Da man sich bereits in einem tiefen Kostenbereich bewegt ist auch keine massgebende Abnahme mehr möglich. In diesem Zusammenhang ist zu prüfen, ob es sich effektiv um Grünflächen im Strassenraum handelt, oder ob diese Flächen Sportplätze oder Parkflächen sind!

Kapitel 8 - Skaleneffekte

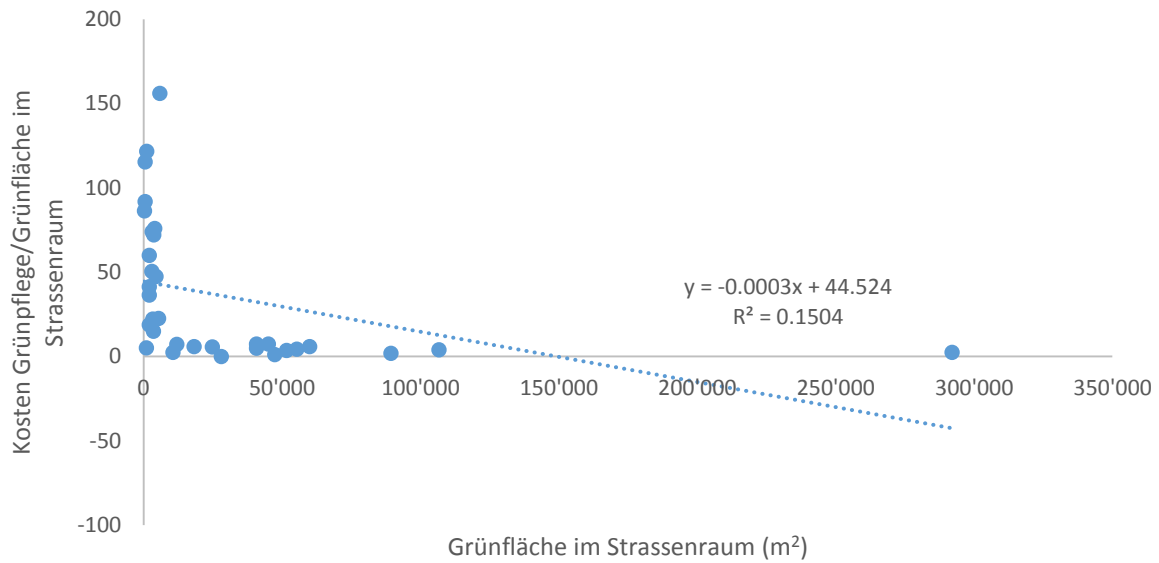


Abbildung 92: Skaleneffekte für die Kosten Grünpflege pro Grünfläche gegenüber Grünfläche im Strassenraum

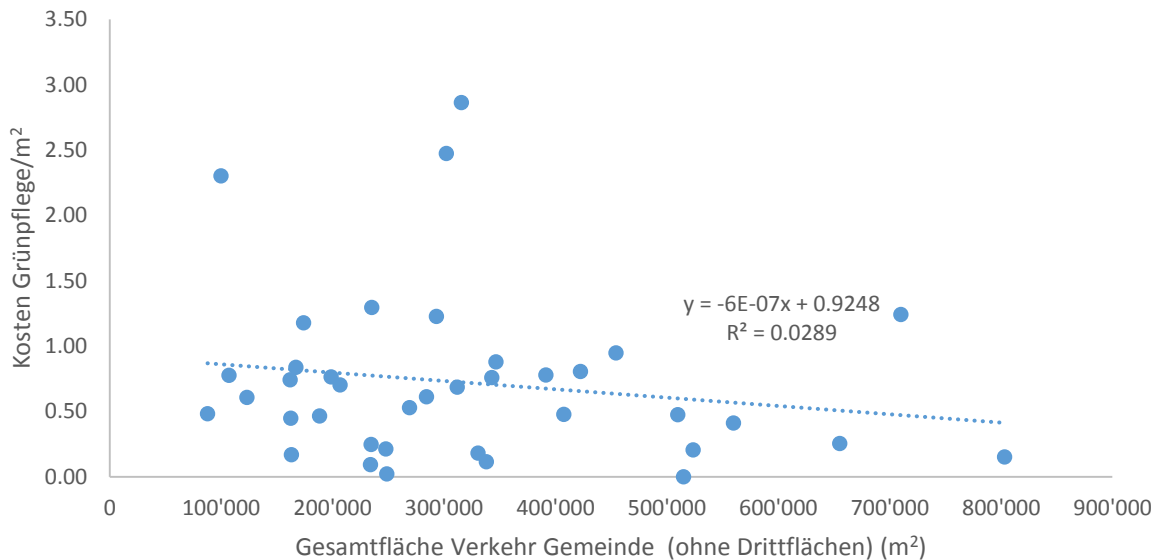


Abbildung 93: Skaleneffekte für die Kosten Grünpflege pro Quadratmeter gegenüber Gesamtfläche Verkehr Gemeinde (ohne Drittflächen)

Beim Winterdienst sind ebenfalls Skaleneffekte in geringem Ausmass festzustellen. Mit zunehmender Gesamtfläche Verkehr sinkt der Preis pro Quadratmeter Winterdienst (Abbildung 94). Dies lässt sich darauf zurückführen, dass Maschinen besser eingesetzt werden können.

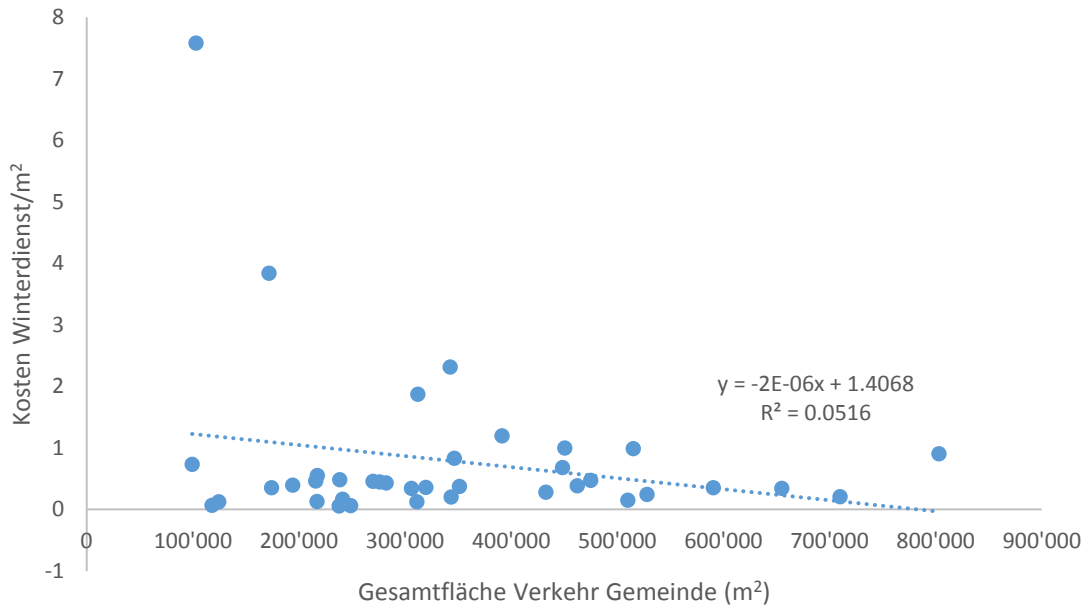


Abbildung 94: Skaleneffekte für die Kosten Winterdienst pro Quadratmeter gegenüber Gesamtfläche Verkehr Gemeinde

Aus den vorangehenden Abbildungen wird ersichtlich, im Allgemeinen, Skaleneffekte können für die meisten Kosteneinheiten beobachtet werden. Die Kosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung pro Laufmeter bzw. pro Quadratmeter haben einen abnehmenden Trend so denn die Länge bzw. die Fläche des Strassennetzwerkes zunimmt (Abbildung 86, Abbildung 87). Ähnlich verhält es sich mit den Kosten für den kleinen baulichen Unterhalt pro Laufmeter bzw. pro Quadratmeter. Diese Kosten nehmen ab, wenn die Länge bzw. die Fläche des Strassennetzes zunimmt (Abbildung 88, Abbildung 89). Für Strassenflächen grösser als 400'000 m² kann dieses Phänomen auch für die Winterdienstkosten pro Quadratmeter festgestellt werden – für kleiner Flächen werden die Kosten durch extreme Werte und durch eine beschränkte Variation der Kosteneinheiten beeinflusst (Abbildung 94). Wie dem auch sei, alle diese Auswertungen zeigen einen schwachen Trend (beispielsweise kleine R² Werte). Zudem zeigt es, dass weitere bzw. andere Faktoren die Kosteneinheiten beeinflussen – als nur die Grösse (Länge und Fläche) des Strassennetzwerkes.

Werden die Kosten der Grünpflege pro Grünfläche im Strassenraum gegenüber der Grünfläche im Strassenraum beobachtet (Abbildung 92), zeigt sich, dass es viele Gemeinden mit kleinen Grünflächen gibt, welche eine grosse Variation in den Kosten aufweisen. Bei Gemeinden mit einer grösseren Grünfläche im Strassenraum, sind die Kostenvariationen nicht so ausgeprägt. Aus diesem Grund konnten auf Grund der ausgewerteten Daten keine Skaleneffekte auf den Kosteneinheiten festgestellt werden. Werden die Grünpflegekosten statt mit der Grünfläche im Strassenraum mit der Verkehrsfläche selber verglichen, liesse sich aus der Verteilung der Daten ein besseres Verständnis des Einflusses auf diese Kosten ermitteln (Abbildung 93). Aus verschiedenen Gründen dürfte dies nicht repräsentativ werden, da auch hier keine Korrelation zwischen den Grünflächen und der Netzgrösse Verkehrsnetz gefunden wurde

Für weitere Fälle (beispielsweise Reinigung pro Quadratmeter gegenüber Gesamtfläche Verkehr Abbildung 90 – Reinigungskosten pro gereinigter Quadratmeter im Jahr gegenüber Gesamtfläche Verkehr Abbildung 91) wurden keine Skaleneffekte beobachtet. Dies bedeutet, dass die Grösse des Strassennetzwerkes hat keinen Einfluss auf diese Kosteneinheiten. Negative Skaleneffekte werden entdeckt, die Reinigungskosten pro Quadratmeter gegenüber die normalisierte gereinigt Strassenfläche (gesamte gereinigte Fläche) steigen, wenn die effektiv gereinigte Fläche zunimmt.

Hieraus müsste man empfehlen, dass die Gemeinden die richtige Fläche, welches es zu reinigen gilt noch finden müssen, um Ineffizienz in dieser Tätigkeit zu verhindern.

8.2 Privatbahnen

Ungeachtet dessen, dass die erhaltenen Daten zum Teil sehr unvollständig waren, wurde auf den verschiedenen Stufen untersucht, ob Skaleneffekte zu ermitteln sind; von der gesamtheitlichen Betrachtung der Gesamtkosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung der Eisenbahninfrastruktur bis hin zu einer detaillierteren Übersicht für jede Kostenkategorie (Überwachung und Instandhaltung, Kosten Reinigung und Winterdienst). Unter der Verwendung der Kosteneinheiten für jede Stufe werden diese in Bezug auf die Netzgröße und die Anzahl Bahnhöfe untersucht.

Betrachtet man die gesamten Kosten für den betrieblichen Unterhalt und die Instandhaltung bei den Privatbahnen sind Skaleneffekte bei wachsendem Streckennetz im Ansatz erkennbar. Es gibt aber auch Bahnen welche bei einem kleineren Netz mit ähnlichen Kosten pro Hauptgleiskilometer operieren (vgl. Abbildung 95).

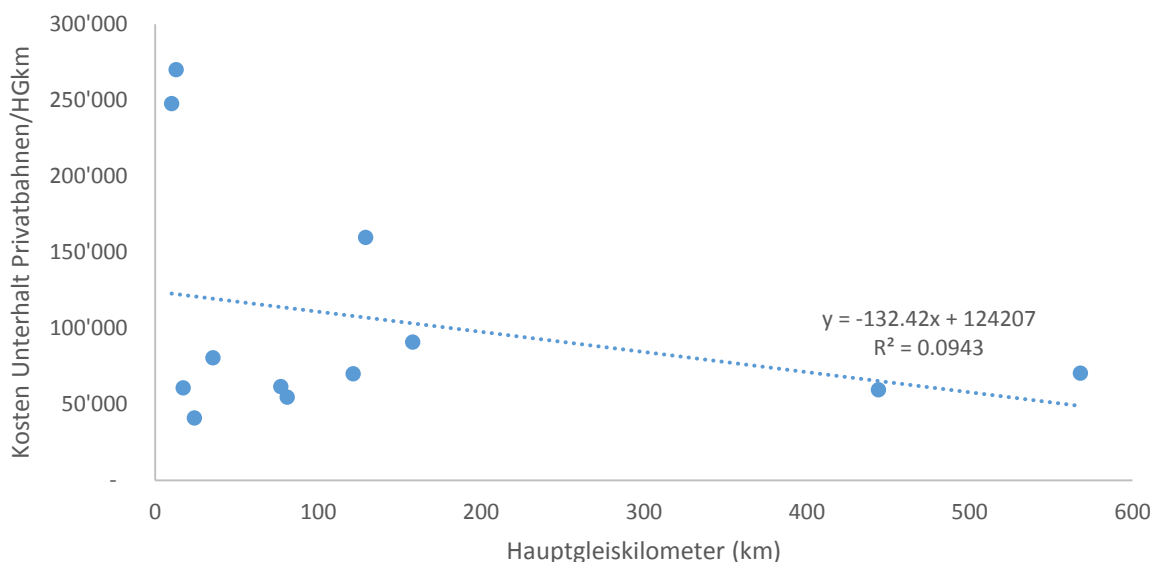


Abbildung 95: Skaleneffekte für die Kosten Unterhalt Privatbahnen pro Hauptgleiskilometer gegenüber Hauptgleiskilometer

Ein Trend ist auch bei den Kosten der Überwachung und der Instandhaltung der baulichen Infrastruktur pro Hauptgleiskilometer in Bezug auf die Ausdehnung des Streckennetzes erkennbar. Werden die einzelnen Datenpunkte im Detail betrachtet sind die Bahnen mit einem Streckennetz über 400km unwesentlich günstiger pro Hauptgleiskilometer als einige Bahnen bis knapp 160 km Streckennetz. Mehr Daten könnten aufzeigen, ob dieser Trend sich verstärkt (Abbildung 96).

Kapitel 8 - Skaleneffekte

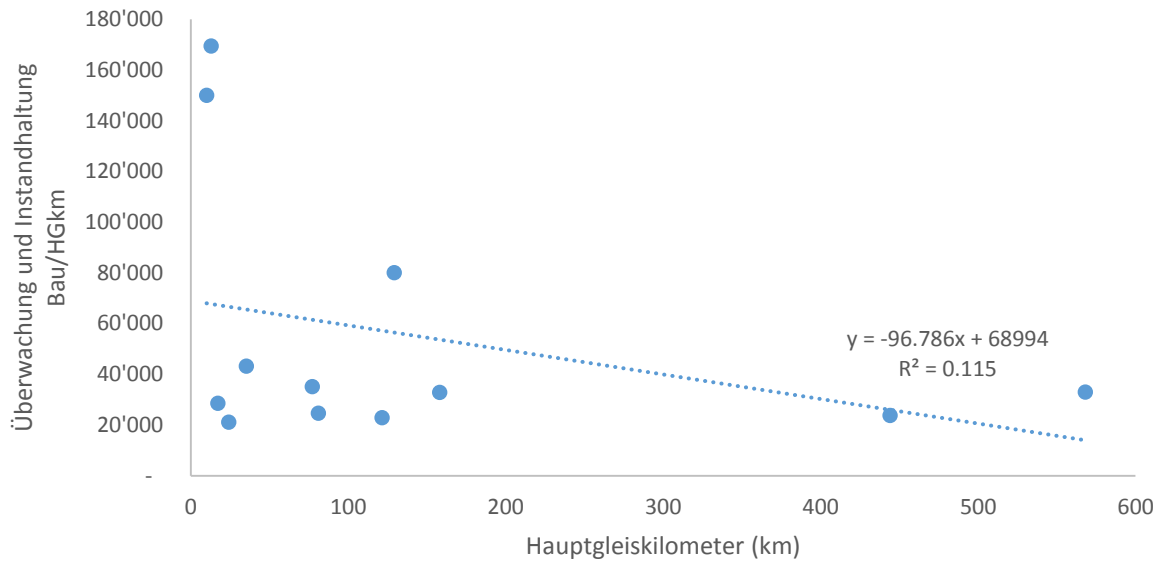


Abbildung 96: Skaleneffekte für die Überwachung und Instandhaltung Bau pro Hauptgleiskilometer gegenüber Hauptgleiskilometer

Auch bei der Reinigung und Winterdienst pro Hauptgleiskilometer in Bezug auf das Streckennetz ist ein schwacher Trend zu einem Skaleneffekt festzustellen. Allerdings müsste dieser mit mehr Daten bestätigt werden (Abbildung 97).

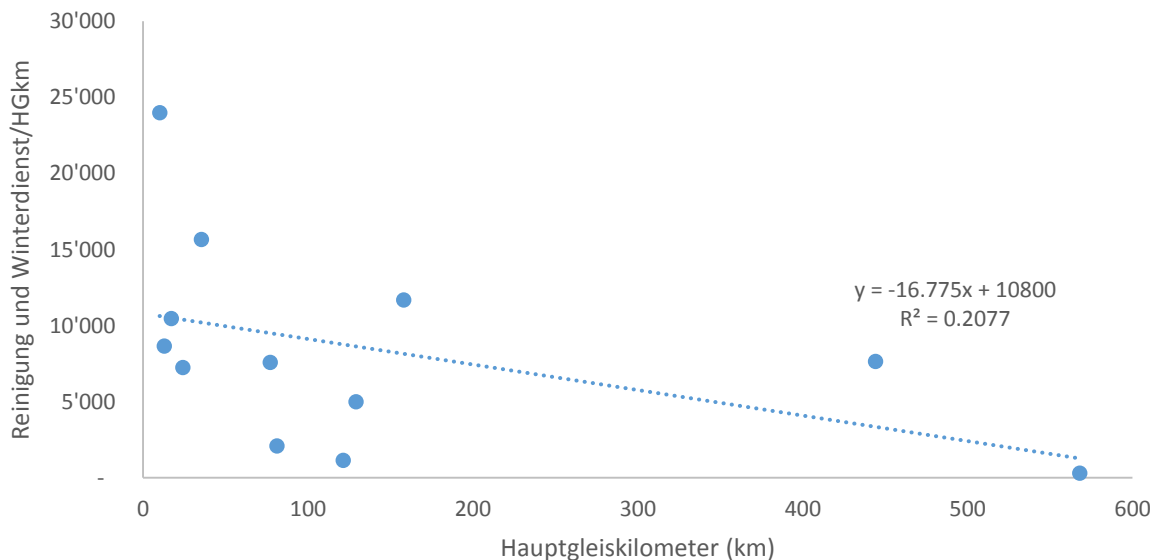


Abbildung 97: Skaleneffekte für die Reinigung und Winterdienst pro Hauptgleiskilometer gegenüber Hauptgleiskilometer

Wenn die Kosten für Reinigung und Winterdienst pro Bahnhof den Hauptgleiskilometer (Abbildung 98) bzw. der Anzahl Bahnhöfe (Abbildung 99) gegenübergestellt werden, wechselt der Trend bzw. von keinem Skaleneffekt hin zu einem negativen Skaleneffekt. Trotz der beschränkten Anzahl an Beobachtungen beschränken die Extremwerte eine Generalisierung der Beobachtungen.

Kapitel 8 - Skaleneffekte

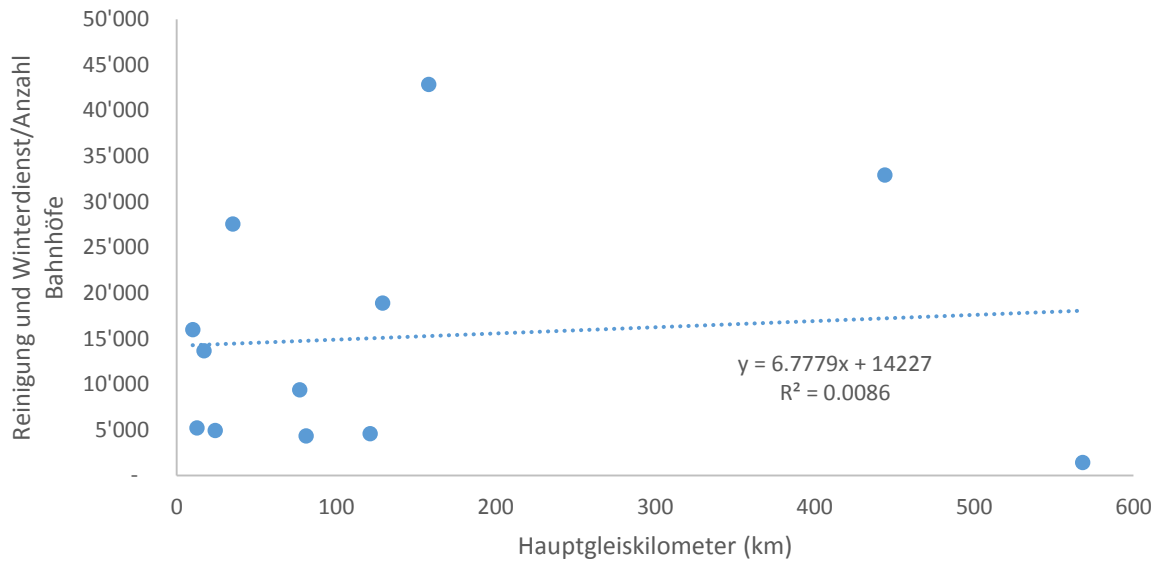


Abbildung 98: Skaleneffekte für die Reinigung und Winterdienst pro Anzahl Bahnhöfe gegenüber Hauptgleiskilometer

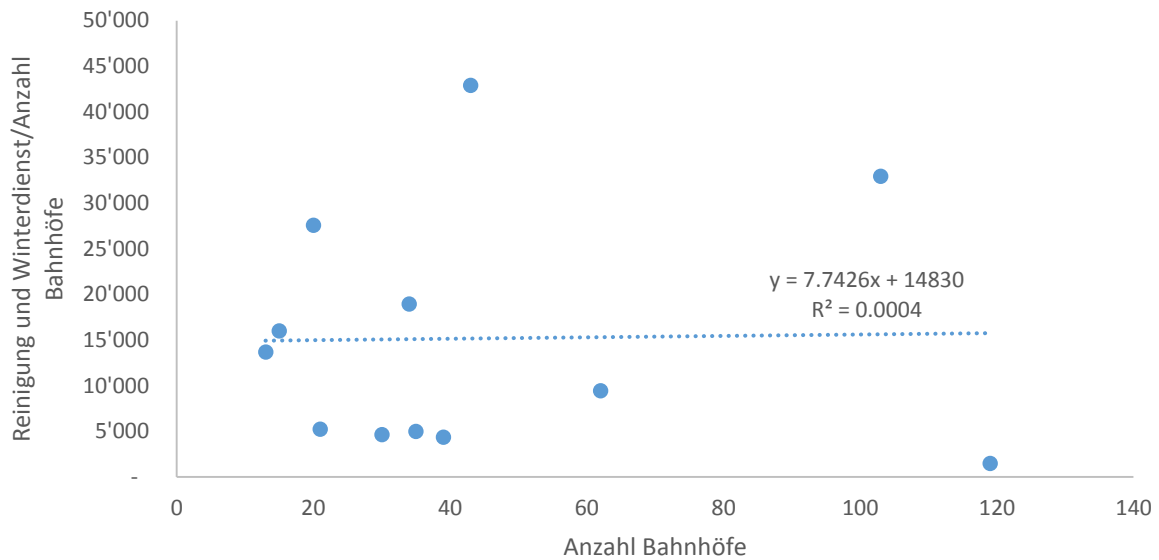


Abbildung 99: Skaleneffekte für die Reinigung und Winterdienst pro Anzahl Bahnhöfe gegenüber Anzahl Bahnhöfe

Die Werte für die Grünpflege lassen keinen Hinweis auf Skaleneffekte zu. Die Verteilung lässt keinen Trend erkennen (Abbildung 100).

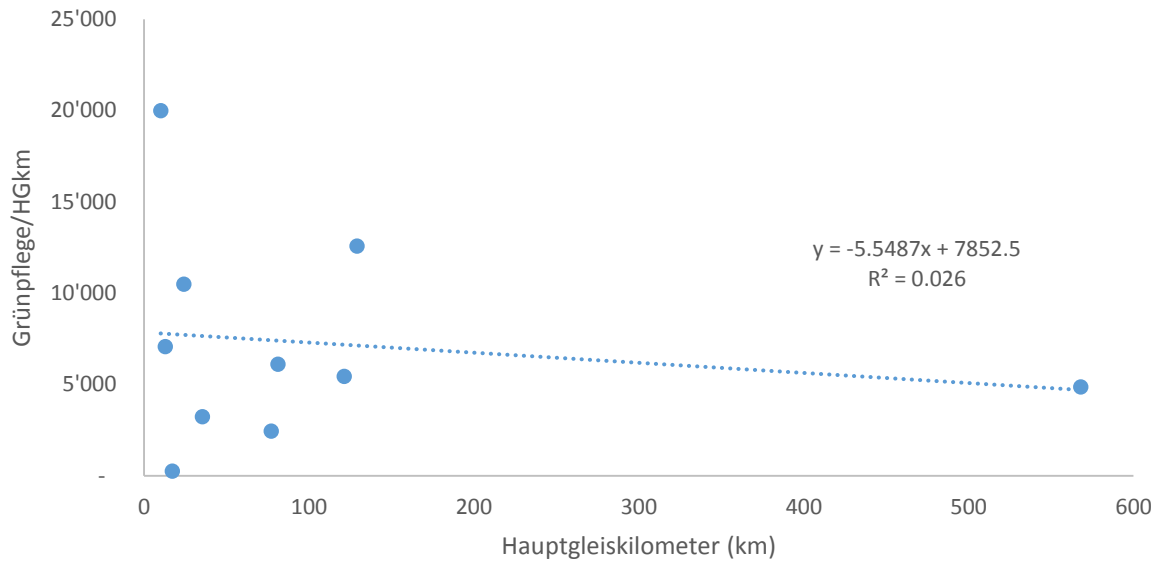


Abbildung 100: Skaleneffekte für die Grünpflege pro Hauptgleiskilometer gegenüber Hauptgleiskilometer

Die Interpretation der erhaltenen Resultate aus der Skaleneffekte-Untersuchung bei den Privatbahnen ist signifikant limitiert auf Grund der Datenlage (zum einen durch die kleine Anzahl der teilnehmenden Bahnen zum anderen durch die unvollständigen Datensätze bei den verschiedenen Kategorien). Unter diesem Betrachtungswinkel ist es nicht weiter erstaunlich, dass die meisten untersuchten Kategorien zum Teil Extremwerte (Ausreisser) haben und einen klaren Trend verhindern. Zum Beispiel die Überwachung und Instandhaltung Bau pro Hauptgleiskilometer (Abbildung 95) zeigt eine Abnahme der Kosten, bei einer Zunahme der Hauptgleiskilometer. Zudem zeigt eine nähere Betrachtungsweise, dass extreme Werte diese Trends stark beeinflussen. Dies macht die Abbildung von verheissungsvollen Schlussfolgerungen sinnlos. Dasselbe kann für die Kosten pro Hauptgleiskilometer der folgenden Kostenkategorien festgestellt werden: Instandhaltung und Überwachung Bau (Abbildung 96), Reinigung und Winterdienst (Abbildung 97) und Grünpflege (Abbildung 100).

Diese Evaluation sollte wiederholt werden, wenn mehr Datensätze vorhanden sind und die Datenlücken geschlossen werden konnten.

9 Datenmanagement

9.1 Systemübersicht

9.1.1 Einleitung

Die gesamte technische Lösung zur Konsolidierung und Aufbereitung der erhobenen Daten hat folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Hohe Datenqualität (formelle und inhaltliche Richtigkeit der Daten)
- Einfache Erweiterbarkeit um zusätzliche Quelldaten in unterschiedlichen Formaten und Strukturen
- Gewährleistung der Datensicherheit durch Berechtigungskonzept (Schutz vor Verfälschung, Zerstörung und unzulässiger Weitergabe)
- Grosse Flexibilität betr. Reporting (Anbindung verschiedener Reporting-Lösungen)
- Interaktives Reporting in Form einer Web-Applikation
- Komfortable Nutzung und Integration von Expertensystemen (bspw. SPSS)
- Hohe Benutzerfreundlichkeit für Kunden bei der Datenbereitstellung und der Nutzung

Datenmanagementsysteme können nach ihrem grundlegenden Zweck unterschieden werden. Systeme, mit welchen Daten flexibel für die weitere Analyse bereitgestellt werden können, werden als „Online Analytical Processing“-Systeme (OLAP-Systeme) bezeichnet und adressieren typischerweise die genannten Anforderungen.

OLAP-Systeme zeichnen sich aus technischer Sicht v.a. dadurch aus, dass sie gut mit komplexen Datenstrukturen und Abfragen umgehen können. Im Unterschied zu „Online Transaction Processing“-Systemen (OLTP-Systeme), mit welchen laufende operative Prozesse unterstützt werden, ist als weiteres wichtiges Merkmal zu erwähnen, dass Endbenutzer bei OLAP-Systemen nur Lesetransaktionen auf der Datenbank auslösen (keine Ergänzungen und Änderungen).

Beim Begriff „OLAP-System“ handelt es sich um einen eher theoretischen und durch die technologische Lösung geprägten Begriff. In privaten und öffentlichen Organisationen sowie von Softwareherstellern wird häufiger von einem „Business-Intelligence-System“ (BI-System) gesprochen. So wird auch im Folgenden der Begriff „BI-System“ verwendet.

9.1.2 Systemarchitektur

Das BI-System des Forschungsprojektes besteht im Wesentlichen aus den Quelldaten, dem Datawarehouse, der Reporting-Lösung und dem Front-End. Es wird durch die Datenlieferanten, pom+ sowie einen Hosting Partner betrieben (siehe Abbildung 101: Teile des BI-Systems und ihre technischen Betreiber).

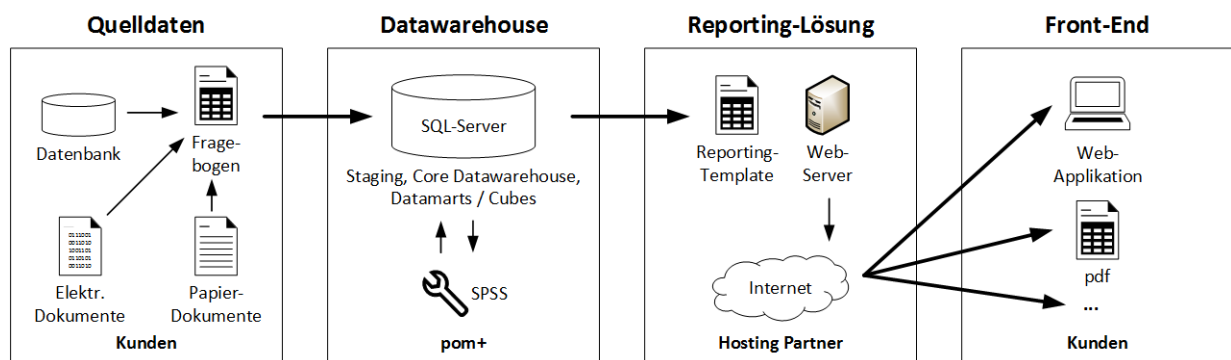


Abbildung 101: Teile des BI-Systems und ihre technischen Betreiber

Die Quelldaten werden bei den Kunden direkt vor Ort in ihren Systemen geführt (Datenbanken, Papier-Dokumente, elektronische Files etc.). Für die Lieferung der Quelldaten stehen verschiedene Möglichkeiten offen. Aufgrund der spezifischen Datenanforderungen des Forschungsprojektes wurde der Excel-Fragebogen neben der Ansicht zur manuellen Datenerfassung durch die Benutzer um eine Form der Datenhaltung ergänzt, welche einen einheitlichen Import in die Datenbank ermöglicht.

Das Datawarehouse, betrieben durch pom+, hält die per Fragebogen erhobenen Daten in einer Form, welche einerseits eine einheitliche Datenqualität sicherstellt und andererseits das gewünschte Reporting ermöglicht. Dazu müssen die verschiedenen Quelldaten vereinheitlicht werden und gemäss einem auf die Reporting-Anforderungen ausgelegten Datenmodell gespeichert werden. Das Datawarehouse besteht deshalb aus einem Staging-Bereich (Originaldaten möglichst gem. Fragebogen), dem Core Datawarehouse (vereinheitlichte Daten nach Qualitätskontrolle und zusätzliche Daten, welche im Rahmen der Analyse mittels Expertensystemen wie z.B. SPSS entstanden) und Datamarts / Cubes (unmittelbare Datenhaltung für das Reporting).

Beim Core Datawarehouse, welches im Zentrum der ganzen Lösung steht, handelt es sich um eine relationale Datenbank mit normalisierter Datenstruktur d.h. mit dem Fokus der Redundanzfreiheit zur Sicherung der Datenqualität. Für die Umsetzung des Core Datawarehouses ist folglich die Entwicklung eines „klassischen“ Datenmodells notwendig. Im Core Datawarehouse sind auch alle fachlichen Definitionen (Kostenarten, Infrastrukturkategorien etc.) sowie allgemeinen Kundeninformationen oder Infrastruktur-Stammdaten hinterlegt.

Die Datamarts, auch „Cubes“ (Datenwürfel) genannt, ermöglichen eine einfache und leistungsstarke Anbindung von anwendungsspezifischen Reportingtools. Die Datamarts dienen dabei direkt als Input oder werden je nach erforderlicher Form weiter transformiert. Ziel ist die zweckorientierte Datenbereitstellung, wie z.B. der Import in eine andere Datenbank, die Ausgabe in Form eines pdf-Files oder die Aufbereitung eines Webservices.

Die Reporting-Lösung umfasst die Aufbereitung der Daten für die weitere Analyse (Rohdaten) und für das Reporting via Internet mittels Web-Applikation. Die technische Lösung der Web-Applikation (Ebreeze) ermöglicht neben der Benutzersteuerung auch eine einfache Parametrisierung der Benutzeroberfläche. Die Web-Applikation wird auf einem Server von pom+ zusammen mit einem Hosting-Partner betrieben.

Das Frontend, als wichtigste Komponente für den Endbenutzer, steht für die eigentliche Präsentation der Daten (Rohdaten-Form für die Datenanalyse, Benutzeroberfläche der Web-Applikation Ebreeze oder zu definierendem zukünftig angebundene Lösung).

9.1.3 Datenmanagement-Prozess

Die einzelnen Elemente des BI-Systems und der zugehörige Datenmanagement-Prozess sind in Abbildung 102: Schritte des Datenmanagement-Prozesses dargestellt.

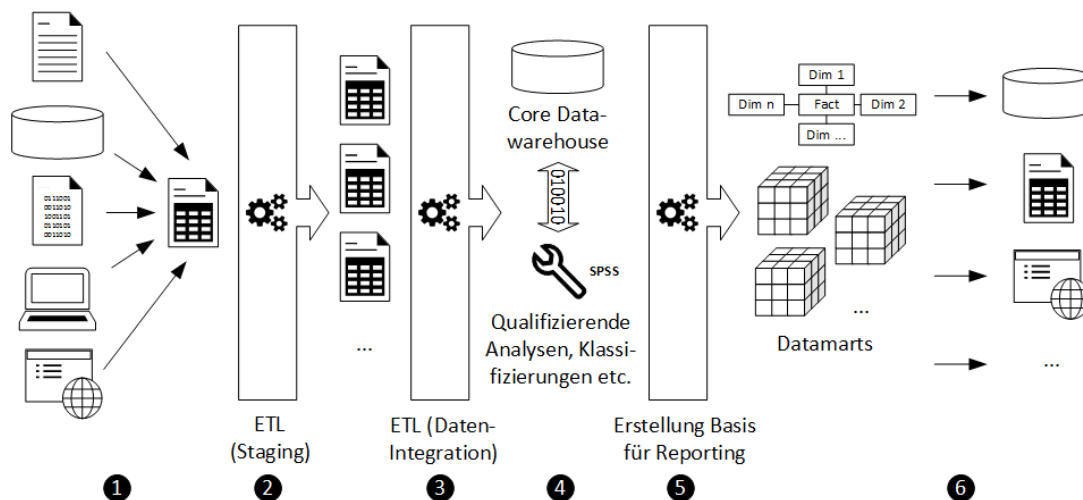


Abbildung 102: Schritte des Datenmanagement-Prozesses

Der Prozess besteht im Wesentlichen aus folgenden sechs Schritten:

1. Als erster Schritt werden auf Kundenseite Quelldaten aufbereitet. Diese bestehen aus den mittels Fragebogen erhobenen Daten und werden gezielt um frei verfügbare Daten ergänzt, z.B. um allgemeine Daten zu den Gemeinden wie Bevölkerungszahlen oder Klimaverhältnisse.
2. Als zweiter Schritt folgt ein erster ETL-Prozess, im Folgenden „Staging“ genannt. ETL-Prozesse („Extract, Transform, Load“) ziehen ganz allgemein Daten aus verschiedenen Quellen zusammen, transformieren sie in eine gewünschte Form und laden sie in eine Datenbank. Mit einem ersten ETL-Prozess werden die Originaldaten üblicherweise in einen Zwischenspeicher, genannt „Staging Area“, kopiert. Im vorliegenden Fall besteht die Staging Area jedoch nicht aus einem Teil der Datenbank, sondern aus einem Fileserver, auf welchem die einzelnen Fragebogen (Excel-Files) und weiteren Grundlagendaten gehalten werden. Streng genommen dürfte deshalb zum aktuellen Zeitpunkt wohl nicht von einem ETL-Prozess gesprochen werden. Im Sinn einer gesamtheitlichen Betrachtung und der möglichen technischen Erweiterung, wird die Bezeichnung jedoch trotzdem verwendet.
3. In einem zweiten ETL-Prozess, im Folgenden „Datenintegration“ genannt, liegt der Fokus auf der Transformation der Daten in die gewünschte Struktur gem. Core Datawarehouse (Tabellen, Attribute, Datenformate). Im vorliegenden Fall erfolgt der grösste Teil dieser Transformationen bereits im Fragebogen d.h. in der separaten Datenhaltung im Hinblick auf die Datenintegration. Die eigentliche Datenintegration ist somit nahezu ein reines Kopieren der Daten aus dem Fragebogen in das Core Datawarehouse.
4. Als vierter Schritt werden mit einem Expertensystem (SPSS), welches an das Core Datawarehouse angebunden ist, inhaltliche Analysen und Auswertungen durchgeführt. Die Ergebnisse können bei Bedarf wieder zurück in das Core Datawarehouse geschrieben und weiter verwendet werden.
5. Als fünfter Schritt wird aus den Tabellen des Core Datawarehouses die Basis für das Reporting geschaffen. Diese Basis besteht aus separaten Tabellen, Sichten oder Datenfiles, sog. „Datamarts“, in welchen die Daten nicht mit dem Fokus der Redundanzfreiheit sondern hauptsächlich nach dem Modell von Fakten- und Dimensionstabellen, sog. „Stars“,


gespeichert sind. Im Fall von EFFIN handelt es sich insbesondere um den Datamart „Kostendaten“, bestehend aus der Faktentabelle „Kosten“ und den Dimensionstabellen „Prozess“ (Kostenkategorie), „Kostenart“ (Kostentyp) und „Gemeinde“ resp. „Privatbahn“. Damit können flexibel Kostenkennzahlen für beliebige Kombinationen von Kostenkategorie, Kostentyp und Gemeinde- resp. Privatbahn analysiert werden.

- Als sechster Schritt werden die aufbereiteten Daten mit der/den Reporting-Lösung(en) verbunden d.h. vor allem mit der Web-Applikation „Ebreeze“ als wichtigstem Tool. Ergänzend stehen die Rohdaten zur Verfügung, so dass sie z.B. einfach mittels Pivot-Funktionalitäten in Excel ausgewertet werden können.

9.1.4 Beispielhafter Beschrieb des Datenmanagement-Prozesses


Zur weiteren Veranschaulichung des Datenmanagement-Prozesses können beispielhaft die Strassendaten der Gemeinden über den gesamten Prozess verfolgt werden. Insbesondere sind, als sichtbare Ergebnisse einzelner Schritte, nachfolgend die Daten in Form des Fragebogens, gespeichert im Core Datawarehouse, sowie aufbereitet für das Reporting sowie als Teil des Endbenutzer-Reports dargestellt.

Abbildung 103 und Abbildung 104 zeigen einen ausgefüllten Gemeinde-Fragebogen (Tabellenblatt für Dateneingabe durch den Benutzer und Tabellenblatt mit Daten in Form für Datenintegration).



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Fragebogen Gemeindestrasse
Version H1.1



Institut für
Bau- und Infrastruktur-
management

Kap. 1 Grunddaten, Strecken- bzw. Netzcharakteristiken

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Jahr		Bemerkungen
				2014	Aarau	
1.1	Laufmeter Strasse ohne Feld-, Flur- und Waldstrassen oder -wege	Laufmeter gesamtes Strassennetz für den Motorfahrzeugverkehr welche betrieben und unterhalten werden. Angabe der Anzahl Laufmeter Strasse nach Belastungskategorie (SN 040 988)	m	81'893	gemein	exkl. Kantonsstrassen
1.1.1			m ² IA	48'258	gemein	
1.1.2			m ² IB	15'559	gemein	
1.1.3			m ² IC	12'501	gemein	
1.1.4			m ² II	4'484	gemein	
1.1.5			m ² III	1'544	gemein	
1.1.6			m ² IV	0	nicht vorhanden	
1.2		Laufmeter gesamtes Langsamverkehrsnetz (Trottoir, Fusswege, Radwege)	m		keine Angaben	
1.2	Verkehrsfäche ohne Feld-, Flur- und Waldstrassen oder -wege	Gesamtverkehrsfäche ohne Unterscheidung ob die Verkehrsfäche dem Fuss-, Fahrrad- und Motorfahrzeugverkehr zur Verfügung stehenden Fläche, welche betrieben und unterhalten werden. Falls nur die Laufmeter Strasse vorhanden sind, kann die Flächenumrechnung gemäss Beschrieb Seite 3 erfolgen	m ²	595'000	gemein	exkl. Kantonsstrassen
1.2.1			m ²	431'000	gemein	
1.2.1.1			m ² IA	247'000	gemein	
1.2.1.2			m ² IB	100'000	gemein	
1.2.1.3			m ² IC	31'000	gemein	
1.2.1.4			m ² II	39'000	gemein	
1.2.1.5			m ² III	14'000	gemein	
1.2.1.6	m ² IV	0	nicht vorhanden			
1.2.2		Gesamtverkehrsfäche Langsamverkehr (Trottoir, Fusswege, Radwege)	m ²	164'000	geschätzt	
1.2.3	Verkehrsfächen Dritter	Werden Verkehrsfächen Dritter betrieben (nicht Gemeindestrassen), sind diese in den Bemerkungen zu erläutern: bspw. "nur Reinigung", "nur Winterdienst" etc.	m ²	150'000	geschätzt	Reinigung und Winterdienst der Kantonsstrassen
1.2.4	Plätze	Neben den "reinen" Verkehrsfächen sind auch befestigte Nebenflächen und Plätze zu berücksichtigen.	m ² Plätze	50'000	geschätzt	

Aarau_Fragebogen_Strasse_H1.1.1.k1: Kapitel 1
1/5

Abbildung 103: Gemeinde Fragebogen (Tabellenblatt für Dateneingabe durch den Benutzer)

Kapitel 9 - Datenmanagement

id (bfs-nr)	fragebogen_unique_identifizier	bezeichnung	gemeinde_nr	jahr	anzahl_einwohner	temp_minimum	temp_maximum	anzahl_tage_unter_0grad	anzahl_tage_ueber_30grad
1901		Aarau	1901	2014	20397	-13.7	34	50	

Abbildung 104: Fragebogen Musterhausen (Tabellenblatt mit Daten in Form für Datenintegration)

Abbildung 105 und Abbildung 106 zeigen die Daten gespeichert im Core Datawarehouse resp. aufbereitet für das Reporting.

```

SELECT TOP 1000 [id]
, [fragebogen_unique_identifizier]
, [bezeichnung]
, [gemeinde_nr]
, [jahr]
, [anzahl_einwohner]
, [temp_minimum]
, [temp_maximum]
, [anzahl_tage_unter_0grad]
, [anzahl_tage_ueber_30grad]
, [anzahl_tage_frostwechsel]
, [anzahl_tage_ueber_10mm_regen]
, [anzahl_tage_ueber_20mm_regen]
, [anzahl_tage_ueber_1cm_schneefall]
, [anzahl_fahrzeuge]
, [anzahl_fahrzeuge_genauigkeit]
, [anzahl_geretschaften]
, [anzahl_geretschaften_genauigkeit]
, [anzahl_personenwagen]
, [anzahl_personenwagen_genauigkeit]

```

id	fragebogen_unique_iden.	bezeichnung	gemeinde...	jahr	anzahl_einwoh...	temp_minim...	temp_maxim...	anzahl_tage_unter_0...	anzahl_tage_ue...
1	62	Kloten	62	2014	18354	-17.5	33.9	66	5
2	92	Oberglatt	92	2014	6597	-5.4	33.9	66	7
3	120	Wald ZH	120	2015	9700	-14.8	32.1	91	4
4	131	Adliswil	131	2014	18381	-11.8	33.4	28	5
5	142	Wädenswil	142	2014	21189	-9.8	33.5	25	5
6	155	Männedorf	155	2015	10484	-10.9	36	89	29
7	177	Pfaffikon ZH	177	2013	11105	-9.5	35.1	102	11
8	191	Dübendorf	191	2013	25529	-17.5	33.9	66	5
9	197	Schwerzenbach	197	2014	5100	-17.5	33.9	66	5
10	199	Volketswil	199	2015	18500	-17.5	33.9	66	5
11	230	Winterthur	230	2014	109000	-12	33.9	25	7
12	247	Schlieren	247	2014	17873	-5.4	33.9	66	7
13	281	Zürich	281	2014	400000	-11.8	33.4	28	5
14	306	Lyss	306	2014	14123	-10.5	31.5	51	5
15	361	Zollikofen	361	2014	10319	-13.4	31.3	74	5
16	363	Ostermündigen	363	2014	16423	-13.3	31.3	74	5
17	404	Burgdorf	404	2014	16050	-16.9	32.4	72	4

Abbildung 105: Daten der Gemeinde im Core Datawarehouse

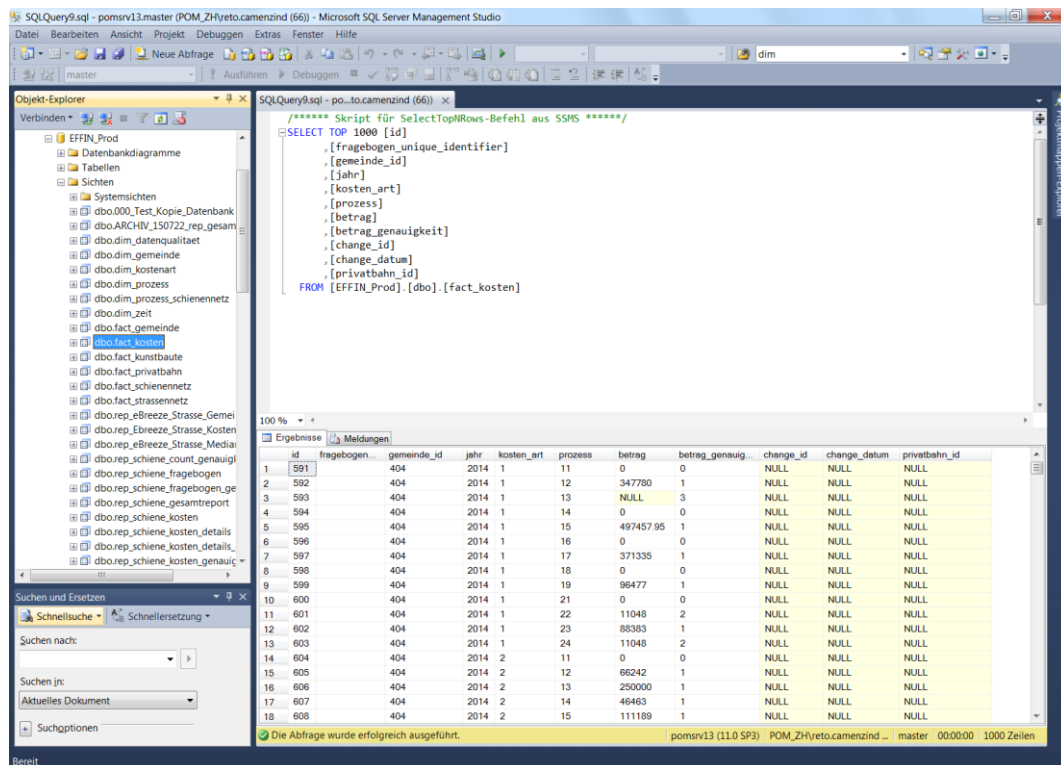


Abbildung 106: Daten der Gemeinde als Teil des Datamarts (Faktentabelle Kosten)

9.2 Datenmodell

Die Erstellung des Core Datawarehouses und der Datamarts, d.h. die Definition der Struktur und die Umsetzung auf der Datenbank des Core Datawarehouses und der Datamarts, können als „Datenmodellierung“ bezeichnet werden. Im Zusammenhang mit der Definition der Struktur der Datamarts wird auch von „mehrdimensionaler Datenmodellierung“ gesprochen, weil neben den eigentlichen Kennzahlen auch die „Dimensionen“ definiert werden, nach welchen die Kennzahlen betrachtet werden können (z.B. Auswertung der Kosten nach Gemeinden, Kostenkategorien etc.).

Bei der Datenmodellierung kann von den vorliegenden Daten und von den Anforderungen der Endbenutzer ausgegangen werden. Bei EFFIN dienten somit sowohl der Fragebogen als auch die im Rahmen von Workshops erarbeiteten Datamarts als Basis für die Datenmodellierung. Dabei hat sich eine Orientierung an den etablierten Erfolgsfaktoren bewährt d.h. in einem iterativen Prozess konnte durch ein kleines Team ein konzeptioneller Entwurf erstellt werden (nicht-technische Dokumentation des gewünschten mehrdimensionalen Datenmodells), welcher anschliessend direkt auf der Datenbank umgesetzt und dokumentiert wurde.

Abbildung 107 zeigt das Datenmodell des Core Datawarehouses, wie es auf der Datenbank umgesetzt ist. Die Abbildung zeigt die Tabellen, Schlüssel und Attribute, welche als Primär- und Fremd-Schlüssel verwendet wurden. Ein ausführlicherer Beschrieb der Datenbank-Tabellen mit allen Attributen ist im Anhang H zu finden. Abbildung 108 zeigt die Umsetzung der im Rahmen der erwähnten Workshops erarbeiteten Datamarts (Fakten- und Dimensionstabellen).

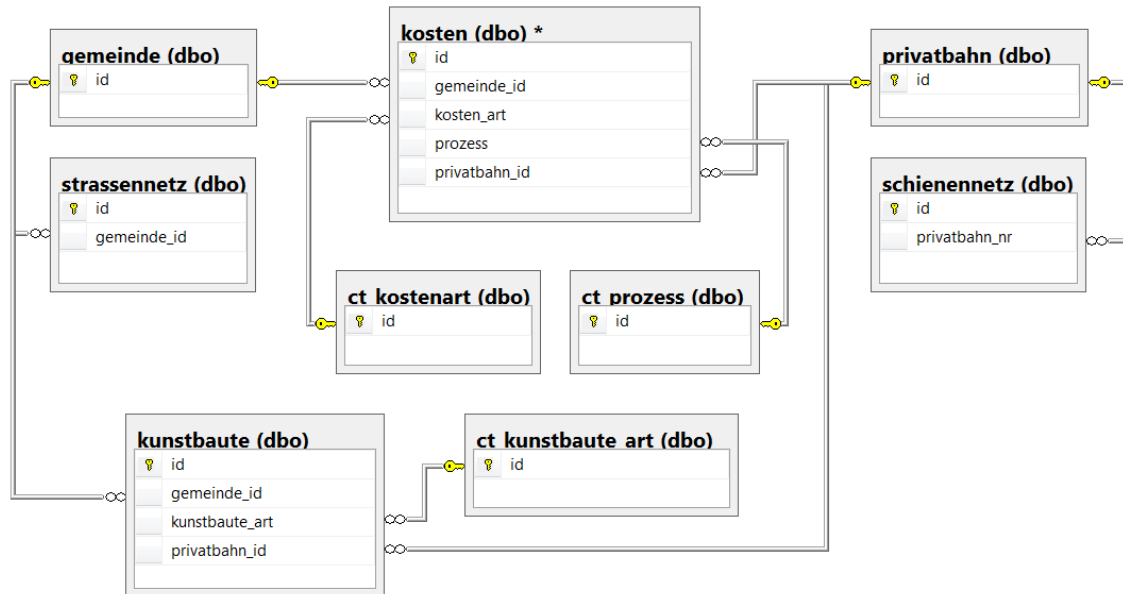


Abbildung 107: Datenmodell des Core Datawarehouses

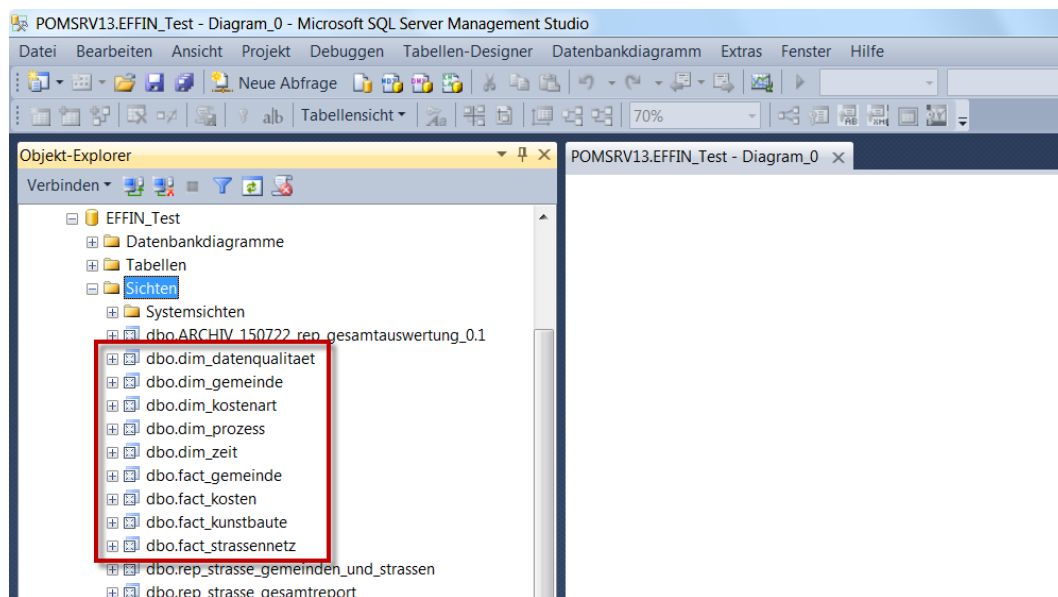


Abbildung 108: Datamarts (Fakten- und Dimensionentabellen)

9.3 Datenbank

9.3.1 Infrastruktur und Technologie

Die Datenbanklösung wird physisch bei pom+ als Teil der vorhandenen Infrastruktur betrieben. So kommen bestehende Sicherheits- und Berechtigungskonzepte zur Anwendung.

Als Datenbankmanagementsystem wird Microsoft SQL Server 2012 Standard Edition eingesetzt, wobei zwei Datenbanken angelegt sind. Es handelt sich dabei um eine Test-Datenbank und eine produktive Datenbank (EFFIN_Test und EFFIN_Prod).

9.3.2 Backup und Zugriff

Unter Datensicherheit wird der Schutz von Daten vor Verlust, Verfälschung, Zerstörung und unzulässiger Weitergabe verstanden. Zur Gewährleistung der Datensicherheit können technische Vorkehrungen getroffen werden und Nutzer bezogene d.h. organisatorische Konzepte umgesetzt werden.

Die technische Datensicherung der EFFIN-Datenbanken erfolgt durch pom+ resp. durch den IT-Partner Turnkey Services AG. Zum einen werden die Datenbanken selbst gesichert (tägliches „Full-Backup“). Zum anderen wird regelmässig der Server, auf welchem die Datenbanken liegen, als Teil der Datensicherung aller Daten von pom+ gesichert (tägliches Backup aufbewahrt für die letzten 30 Tage, monatliches Backup aufbewahrt für die letzten 6 Monate, jährliches Backup für 1 Jahr aufbewahrt d.h. jährlich überschrieben).

Die einzelnen Systemteile sind wie folgt mit einem Berechtigungskonzept (Gruppen, Rechte und Personen) abgedeckt:

- Datenbanken auf SQL-Server: Teil des unternehmensweiten Berechtigungskonzeptes von pom+
- Rohdaten-Export für SPSS: Teil des unternehmensweiten Berechtigungskonzeptes von pom+
- Web-Applikation „Ebreeze“: Berechtigungen sind direkt in Ebreeze definiert, wobei die Passwörter mit einem Passwort-Generator oder nach Kundenwunsch erstellt werden.

10 Web-Applikation

10.1 Anforderungen an die Webapplikation

Die Anforderungen an die Web-Applikation wurden im Rahmen mehrerer Workshops im Sinn eines iterativen Vorgehens erarbeitet und mit allen am Forschungsprojekt Beteiligten laufend abgestimmt. Hinsichtlich grafischer Gestaltung wurden etablierte Richtlinien und Empfehlungen betr. Information Dashboard Design berücksichtigt (u.a. von S. Few und R. Hichert). Um auch direkte Rückmeldungen von Endbenutzern zu berücksichtigen wurde zudem ein erster Entwurf der Applikation einzelnen Gemeinden mit Bitte um Feedback vorgestellt.

Um Kosten für Entwicklung und Betrieb tief zu halten wurde des Weitern ein Aufbau angestrebt, welcher sich ohne grosse Anpassungen möglichst sowohl für die Präsentation der Gemeinde-Ergebnisse als auch für die Präsentation der Privatbahnen-Ergebnisse verwenden lässt.

Als wichtigste funktionale Anforderungen an die Web-Applikation können aus Sicht des Endbenutzers - sowohl aus Sicht Gemeinden wie auch aus Sicht Privatbahnen - folgende Punkte genannt werden:

- **Transparenz betr. eigene Kosten:** Der Endbenutzer soll seine eigenen Kosten möglichst transparent und klar visualisiert betrachten können.
- **Kennzahlenvergleich mit anderen Organisationseinheiten:** Der Endbenutzer soll seine eigenen Kosten anhand einfach verständlicher Kennzahlen möglichst unmissverständlich mit anderen Organisationseinheiten (Gemeinden resp. Privatbahnen) vergleichen können.
- **Vergleich der Kostenstrukturen mit anderen Organisationseinheiten:** Der Endbenutzer soll seine eigenen Kosten hinsichtlich Struktur (Verteilung nach Kostenkategorien und -typen) möglichst unmissverständlich mit anderen Organisationseinheiten (Gemeinden resp. Privatbahnen) vergleichen können.

Als technische Anforderungen aus Sicht des für den Betrieb Verantwortlichen können folgende Punkte genannt werden:

- **Benutzer- und Berechtigungsverwaltung:** Pro Gemeinde/Privatbahn müssen eigene Rechte hinsichtlich Datenzugriff implementiert werden können (einzelne Gemeinde/Privatbahn darf grundsätzlich nur eigene Daten im Detail sehen).
- **Funktionale Erweiterbarkeit (Flexibilität hinsichtlich Konfiguration):** Zusätzliche funktionale Anforderungen müssen ohne vertieftes technisches Spezialwissen umgesetzt werden können (z.B. zusätzliche Diagramme und Kennzahlen oder Filtermöglichkeiten). Detailkonfigurationen müssen möglichst ohne grosse Kostenfolgen und oder weitere externe Spezialisten vorgenommen werden können.
- **Skalierbarkeit:** Es müssen ohne grossen Aufwand zusätzliche Accounts eingerichtet werden können (z.B. nach Datenintegration weiterer Gemeinden/Privatbahnen).

10.2 Umsetzung der Webapplikation

Die Web-Applikation besteht grundsätzlich aus drei Teilen: Den Administrationsfunktionalitäten (Admin-Kit), dem Applikations-Template (Ebreeze-Template) und der eigentlichen Applikation für die Endbenutzer.

Das Admin-Kit, mit welchem die Benutzer- und Berechtigungsverwaltung erfolgt, ist unter <http://dataworld.pom.ch/admin/> erreichbar. Das Ebreeze-Template (Excel-File), in welchem die Daten für die Applikation gehalten und das User-Interface definiert werden, werden auf dem Server <sftp://dataworld.pom.ch/> publiziert. Die eigentliche Applikation ist für die Endbenutzer unter <http://dataworld.pom.ch/inframonitor/> erreichbar. Abbildung 109, Abbildung 110, Abbildung 111 und Abbildung 112 zeigen die Haupt-Ansichten der Web-Applikation.



Kosten nach Kategorie und Kostentyp (in 1000 CHF)

Kategorie	Personalkosten	Fremdkosten	Material- und Sachkosten	Fahrzeugkosten
Kleiner baulicher Unterhalt	59	40	13	
Reinigung	99	10		
tech. Dienste		78	13	
Winterdienst	38	35	4	
Fahrzeuge und Geräte				33
Grünpflege	23		5	
Overhead				

Kosten nach Kostentyp (in 1000 CHF)

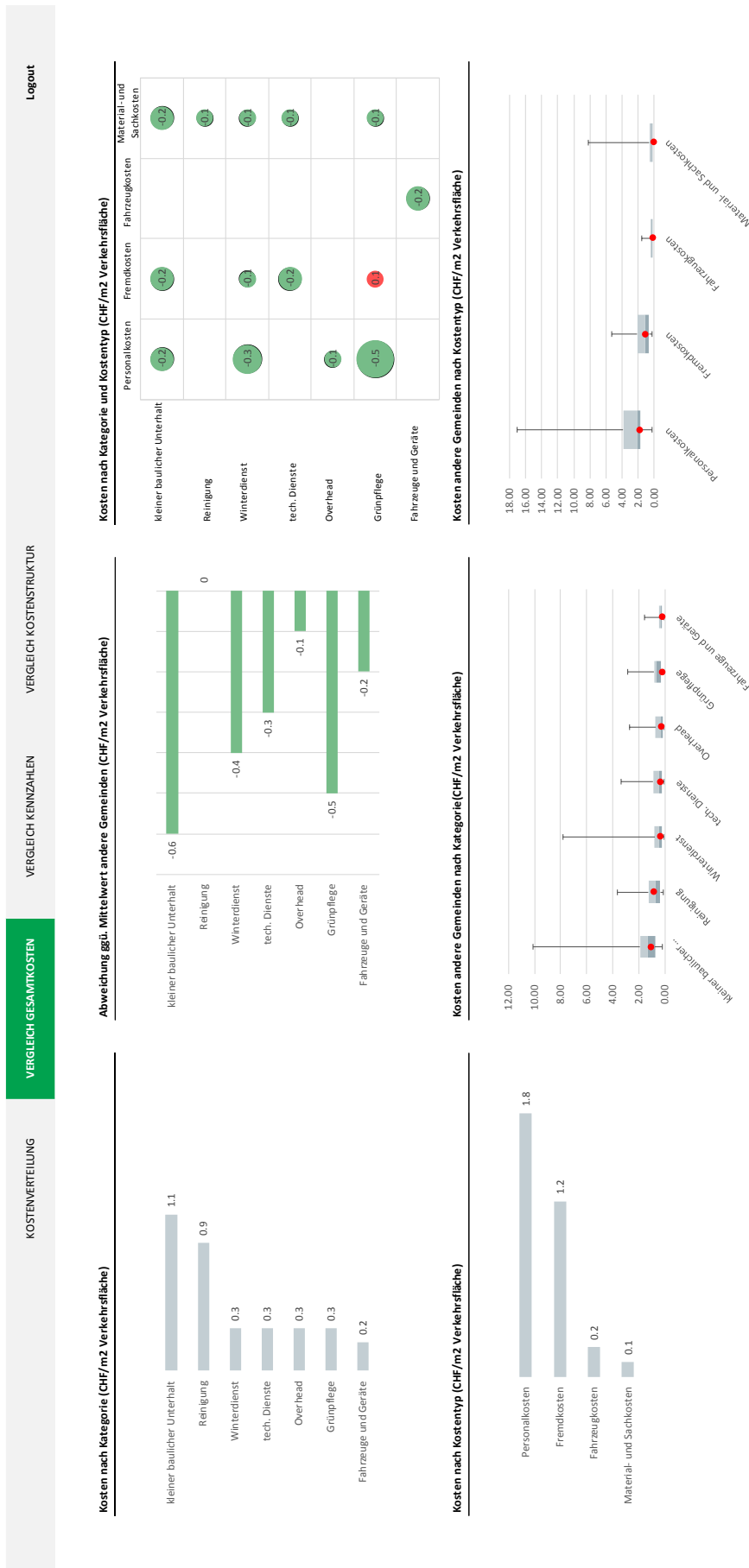
Kostentyp	Anteil (%)	Wert (in 1000 CHF)
Personalkosten	49%	218
Fremdkosten	36%	163
Material- und Sachkosten	8%	35
Fahrzeugkosten	7%	33

Kosten nach Kategorie (in 1000 CHF)

Kategorie	Anteil (%)	Wert (in 1000 CHF)
Kleiner baulicher Unterhalt	25%	112
Reinigung	24%	109
tech. Dienste	20%	91
Winterdienst	17%	77
Fahrzeuge und Geräte	7%	33
Grünpflege	6%	28
Overhead	0%	0

* bei allen übrigen Kosten werden ausschliesslich Werte berücksichtigt, welche einer Kostenkategorie zugewiesen werden können

Abbildung 109: Screenshot Web-Applikation Gemeinden, „Kostenverteilung“



* zwischen den Balken liegen 50% aller Werte, die ganze Spannweite umfasst 80% aller Werte

Abbildung 110: Screenshot Web-Applikation Gemeinden, „Vergleich Gesamtkosten“

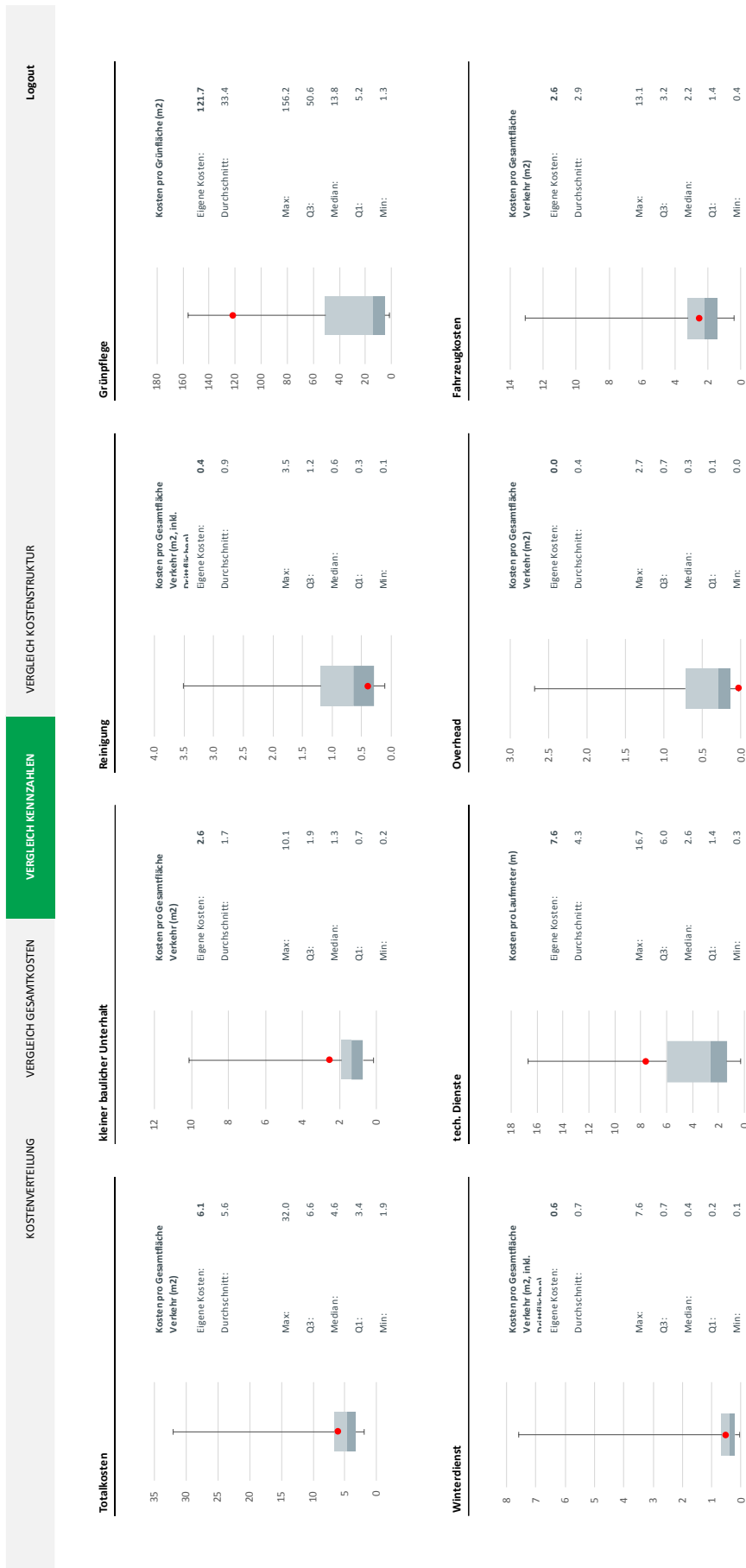


Abbildung 111: Screenshot Web-Applikation Gemeinden, „Vergleich Kennzahlen“



Abbildung 112: Screenshot Web-Applikation Gemeinden „Vergleich Kostenstruktur“

10.3 Technologie und Infrastruktur der Webapplikation

10.3.1 Datacenter und Server

Die Webapplikation sowie das Admin-Kit werden auf Servern des Hosting Partners in einem bankenkonformen Datacenter (TIER3+) in der Nähe von Zürich gehostet und betrieben.

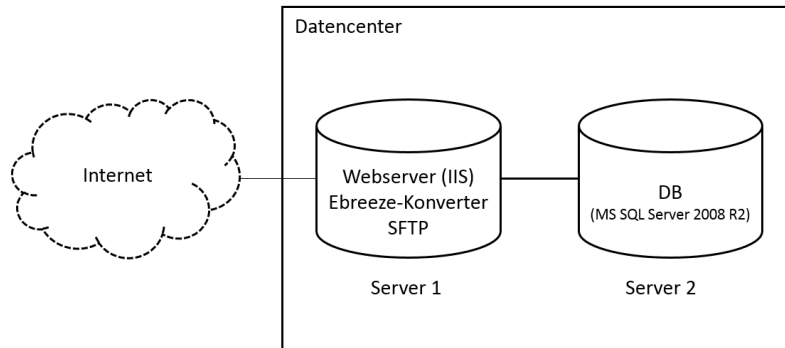


Abbildung 113 Datacenter und Server der Webapplikation

Die Applikation umfasst einen Webserver («Server 1») und einen Datenbankserver («Server 2»). Die eingesetzten Technologien basieren auf den gängigen Microsoft-Technologien:

- Webserver: Windows Server 2012 R2 mit IIS 8
- DB-Server: Microsoft SQL Server 2008 R2 SP3

Die Webapplikation selbst wurde in ASP.NET entwickelt und beinhaltet die «Ebreze»-Technologie der CYB WELL Media AG. Diese stellt eine hochperformante Echtzeitumwandlung von XLSX-Template in eine .NET-Webapplikation zur Verfügung. Für die Anbindung von XLSX-Template wird die .NET-Komponente von SpreadsheetGear (<http://www.spreadsheetgear.com/>) verwendet.

Die Datenbank beinhaltet die Benutzerkonten und entsprechenden Logs. Die Datenhaltung der Nutz- und Reportingdaten findet ausschliesslich in der Plattform (pom+ XLSX Template) statt. Es werden keine das Reporting betreffenden Daten direkt auf dem Datenbank-Server der Webapplikation gespeichert.

10.3.2 Aufruf der Webapplikation

Ein Aufruf der Applikation durch den Endbenutzer ist in Abbildung 114 dargestellt. Durch den Aufruf von <http://dataworld.pom.ch/inframonitor> gelangt der Endbenutzer auf eine Loginseite. Nach der Eingabe von Benutzernamen und Passwort sowie erfolgreicher Authentisierung wird in der User-Datenbank überprüft, welche Daten-Plattform (XLSX-Template) für den Benutzer freigeschaltet ist. Sind es mehrere, wird der Benutzer aufgefordert, die gewünschte Plattform auszuwählen. Anschliessend wird die entsprechende Plattform durch die Ebreze-Engine in eine Webapplikation umgewandelt und als interaktive Reportingapplikation dargestellt. Jeder Benutzer verfügt über eine eigene Plattform-Instanz, wodurch die Nebenläufigkeit gewährleistet ist.

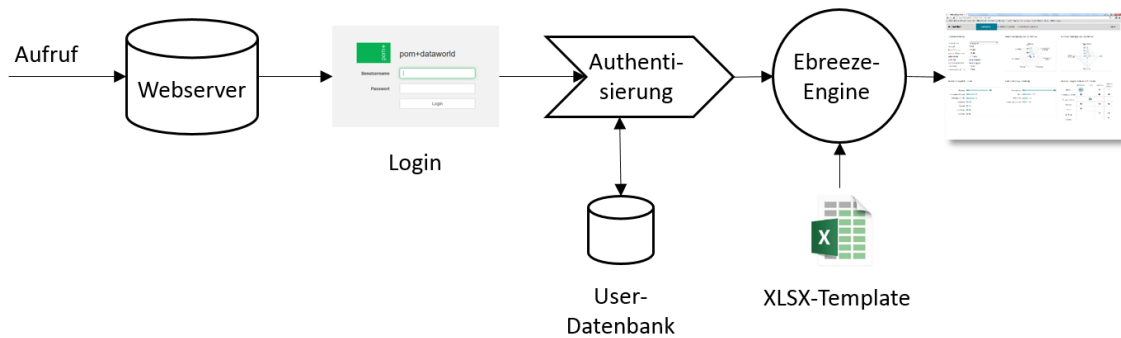


Abbildung 114: Aufruf der Webapplikation durch den Endbenutzer

10.3.3 Datenupload

pom+ hat die Möglichkeit, beliebige Plattformen via SFTP auf den Webserver zu laden. Die Dateien bleiben dort gespeichert und sind von aussen nicht direkt zugänglich. Die Plattformen können via Admin-Kit verschiedenen Benutzern zugeordnet werden.

10.3.4 Administration

pom+ steht ein Admin-Kit zur Verfügung, mit dem die Zugriffsberechtigungen auf die Plattform gesteuert werden kann. Zugriffsberechtigt auf das Admin-Kit sind ausgewählte Mitarbeiter von pom+ sowie der Implementationspartner.

Im Admin-Kit können Mandanten und Benutzer erfasst und bearbeitet werden. Zusätzlich können die hochgeladenen Plattformen den Benutzern zugeordnet werden (Abbildung 115). Die freigeschalteten Benutzer werden nach dem erfolgreichen Login aufgefordert, die zu ladende Plattform auszuwählen.

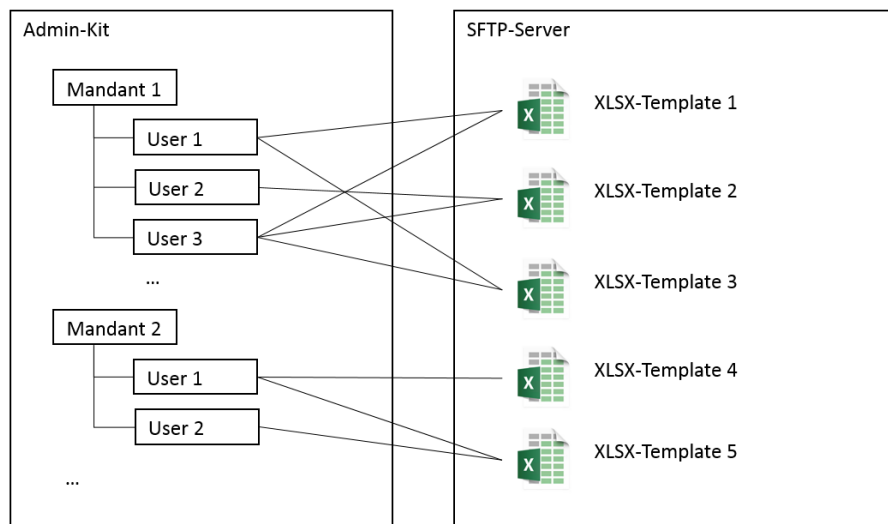


Abbildung 115: Zuordnung der Plattformen im Admin-Kit

11 Schlussfolgerung und Empfehlung

Die Beschaffung von spezifischen Daten des betrieblichen Unterhalts und der Instandhaltung hat sich als aufwendiger erweisen als ursprünglich angenommen. Auch wenn die Bereitschaft der Betreiberorganisationen der technischen Infrastruktur bei Gemeinden und Privatbahnen vorhanden war, an der Untersuchung teilzunehmen, war es nicht einfach die gewünschten Daten bereit zu stellen. Zum einen ist die Datenlage bei Gemeinden und Privatbahnen weitaus heterogener als man erwarten könnte und zum anderen ist die Verfügbarkeit unterschiedlich ausgeprägt. Dennoch wurde versucht, die angestrebten Forschungsfragen beantworten zu können.

Wir stellen fest, dass es mit diesem Forschungsprojekt gelungen ist ein Kennzahlensystem zu erstellen, welches es erlaubt die Kosten der Betreiberorganisationen in Bezug auf die Durchführung des betrieblichen Unterhalts- und der Instandhaltungsmassnahmen in Relation zur Infrastruktur zu setzen. Dies wurde in der Web-Applikation „Inframonitor“ umgesetzt, wo die Resultate für die teilnehmenden Gemeinden und Privatbahnen abrufbar sind.

11.1 Einflussfaktoren, Messgrössen und Leistungsindikatoren

Für die Gemeinden konnte aus den Messgrössen der Fragebogen mittels der Regressionsanalyse Indikatoren ermittelt werden, welche einen massgebenden Einfluss auf die betrieblichen Unterhaltskosten der Gemeindestrassen haben. Diese Leistungsindikatoren wurden in der Folge zu den Schlüsselleistungsindikatoren abgeleitet. Einige Schlüsselleistungsindikatoren wie der Personalaufwand in Zeit sind offensichtlich und im Fokus jeder Betreiberorganisation. Weitere Leistungsindikatoren müssen aufgrund der dünnen Datenlage erst noch bestätigt werden, dass sie sich in Bezug auf Aussagen zur Kosteneffizienz bewähren.

Die Datenlage bei den Privatbahnen war für eine statistisch relevante Auswertung zu gering. Es konnten wohl Kennzahlen für die einzelnen Betreiberorganisationen ermittelt werden, aufgrund von unterschiedlichen Reportingansätzen, wurde eine erhebliche Streuung festgestellt, wodurch der direkte Vergleich der Unternehmen mit den vorliegenden Daten differenziert betrachtet werden muss.

Eine Homogenisierung der Daten – beispielsweise durch einen einheitlichen Kontenplan – würde eine weiterführende Analyse begünstigen. Dies gilt für die Gemeinden und insbesondere für die Privatbahnen.

11.2 Skaleneffekte

Auch wenn nicht massgebende Ansätze von Skaleneffekten ermittelt werden konnten, sind doch im Ansatz Trends zu erkennen. Aus diesem Grund sind auch diese Auswertungen weiter zu führen. Insbesondere in operativen Bereichen, welche beeinflusst werden können. Denn solche Resultate helfen schlussendlich in der Entscheidungsfindung von strategischen Zielsetzungen und daraus abgeleitet in den operativen Massnahmen. Mit Sicherheit muss jeder Einzelaspekt geprüft werden, aber es sind Hilfsmittel in der Auswahl von Entscheidungskriterien.

11.3 Kennzahlensystem und Prognose

Mit dem entwickelten und nun vorliegenden Kennzahlensystem kann in erster Linie der Vergleich mit den anderen Betreiberorganisationen ob bei Gemeinden oder Privatbahnen gemacht werden, die in diesem Bereich tätig sind. Auf einer aggregierten, übergeordneten Stufe lassen sich Vergleiche anstellen, um allfällige Optimierungspotenziale einzugrenzen, welche in einer vertieften Analyse noch effektiver ermittelt werden können. So kann von der Kostenkategorie, die Vertiefung zum Kostentyp erfolgen. Auf dieser Stufe müssen dann die verschiedenen Einflussfaktoren wie Leistungsniveaus etc. mit in die Betrachtung aufgenommen werden.

Mit dem Ansatz der Anpassungsfaktoren wurde ein Weg beschritten, um die einzelnen Betriebsorganisationen vergleichbarer zu machen. Faktoren, welche nicht durch die Betreiber beeinflusst werden können (Wetter, Höhenlage etc.) sollten mittels Normalisierung vereinheitlicht werden, so dass ein Vergleich auf einer einheitlichen Masseinheit erfolgen kann. Im Ansatz ist dies exemplarisch gelungen. Für eine breite Anwendung in allen Bereichen ist aber die Datenbasis zu gering und mit zu vielen Unsicherheiten behaftet, um eine aussagekräftige Prognose zu erstellen. Als Prognose können nur mehr zusammengefasst Einheitspreise herangezogen werden, welche sich aus den Kennzahlen des Datenpools ableiten lassen.

11.4 Dimensionierung der Betreiberorganisationen

Diese Fragestellung wurde nicht weiter vertieft, da sich keine genügenden Daten hierzu zusammentragen liessen. Eine grosse Schwierigkeit bietet sich darin, dass besonders bei Gemeinden verschiedenen Aufgaben auf eine Organisationseinheit konzentrieren. Das heisst, dass der Werkhof nicht explizit nur Aufgaben im betrieblichen Unterhalt wahrnimmt, sondern auch Aufgaben in anderen Bereichen. Da auch Strategien massgebend in den Bereich der Dimensionierung wirken, ist aufgrund der Datenlage die Optimale Betreiberorganisation so noch nicht zu definieren. Mit einer Ausweitung des Datensatzes kann unter Umständen ein Schritt in diese Richtung gemacht werden. Dies hätte aber den Umfang dieser Arbeit gesprengt.

11.5 Kontenplan – Vorschlag

Wie eingangs erwähnt sind die Datenlagen bei den Betreiberorganisationen sowohl bei den Gemeinden wie auch den Privatbahnen sehr heterogen und unterschiedlicher Tiefe vorhanden. Unser Vorschlag des Kontenplans in Kapitel 6.3 bzw. 6.6 kann mithelfen, eine bessere Vergleichbarkeit durch vollständigere und einheitlichere Daten zu erreichen. Dies bedarf einer Standardlösung in der Branche, welche für die eine oder andere Organisation gewisse Umstellungen in im Reporting hervorrufen dürfte. Dies im Interesse einer einheitlichen Vergleichbarkeit zu erreichen, um bessere Resultate im Benchmarking aufzeigen zu können. Die Branche ist gefordert.

11.6 Webapplikation Inframonitor

Die Daten der teilnehmenden Organisationen werden in einer zentralen Datenbank abgelegt und daraus die definierten Kennzahlen ermittelt. Diese werden in der Webapplikation „Inframonitor“ abgebildet und den teilnehmenden Organisationen zugänglich gemacht. Da es sich um vertrauliche Daten handelt, ist der Zugang für die teilnehmenden Organisationen individualisiert. Aufgrund der geschilderten Schwierigkeiten bei der Datenbeschaffung war es im Rahmen des Projektes nicht mehr möglich, ein Feedback bei den teilnehmenden Organisationen einzuholen bezüglich der Nützlichkeit der Kennzahlen. Dies wird im Rahmen der Umsetzung durch den Umsetzungspartner pom+Consulting AG nachgeholt und soll die Aussagekraft und den Nutzen für die teilnehmenden Organisationen schärfen.

Die Auswertung in die Richtung Eigenleistung oder Fremdleistung (Sourcinggrad) ist zu vertiefen. Die im Kennzahlensystem gemachte Tiefe der Auswertung lässt noch keine entsprechenden Schlüsse zu. Die Auswertungen muss diesbezüglich noch vertieft werden, ob und welcher Sourcinggrad unter welchen Bedingungen zu einer Kosteneffizienten in der Betriebsführung ausreicht. Je grösser eine Unternehmung ist, umso grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Leistungsumfang der eigenen Tätigkeiten zunimmt. Denn es kann auch so eine gewisse Professionalisierung erreicht werden. Bei kleineren Unternehmen ist es zuweilen üblich, dass gewisse Tätigkeiten, insbesondere solche, welche ein Know-How und/oder entsprechende Gerätschaften voraussetzen. Die Überlegungen bezüglich Anschaffung, Miete oder Fremdvergabe sind omnipräsent und werden stark durch die gewählte Strategie eines Unternehmens beeinflusst. Auf der anderen Seite sind die Betreiberorganisationen bestrebt, die eigenen Mitarbeiter auf einen Niveau zu halten, dass widerkehrende Arbeiten zu jeder

Zeit (wenn es notwendig ist) ausgeführt werden können, ohne dabei auf Qualität und sicherheitstechnische Anforderungen verzichten zu müssen.

Bei den Kennzahlen will man künftig auch offen sein für Wünsche und Anregungen seitens der Betreiberorganisationen. Diese erste Auswahl steht für ein erster Überblick, welcher für die Zukunft noch geschärft werden kann und muss.

11.7 Weitere Schritte

Das Forschungsprojekt hat bestätigt, dass in diesem Themenbereich weiterhin Forschungsanstrengungen unternommen werden sollen. Die Datenlage ist noch dünn, aber das Bedürfnis zu wissen, wo man im Vergleich zu den anderen steht und wie man sich zu verbessern kann, ist auf breiter Front zu spüren. Der Wille besser zu werden und dem Kunden die bestmöglichen Resultate zu einem günstigen Preis zu liefern sind Bedürfnisse, welche bei wachsendem Kostendruck auf die öffentliche Hand, befriedigt werden wollen. Ein Frage der Effizienz geht in die Richtung, wie können die bestehenden Mittel noch besser eingesetzt werden, als dass Ressourcen effektiv abgebaute werden sollen.

Die Datenerfassung ist weiter voranzutreiben. Mit einer Ausweitung des Datenpools können die Auswertungen weiter vertieft werden und präzisieren die ermittelten Resultate. Bei den Gemeinden sind im Moment 45 Gemeinden im Datenpool. Im Moment gibt es in der Schweiz rund 2'300 politische Gemeinden, welche bei einer solchen weiterführenden Untersuchung teilnehmen können. es ist erstrebenswert, dass die Anzahl weiter zunimmt. Bei den Privatbahnen haben 12 Bahnen mitgemacht. Gegenwärtig sind rund 35 Privatbahnen operativ, somit kann die Anzahl Bahnen maximal verdreifacht werden. Der Vorteil ist, dass bei den Bahnen Bestrebungen im Gang sind, einen einheitlicheren Kontenplan zu installieren (Arbeitsgruppe des VoeV ist diesbezüglich aktiv).

Der Umsetzungspartner pom+Consulting AG plant die Weiterführung der Datenbeschaffung in dem weitere Betreiberorganisationen an diesem Datenpool bzw. Kennzahlensystem teilnehmen, um die Zahlen zu etablieren und einer breiteren Masse zugänglich zu machen.

12 Referenzen

- Åhrén, T., & Kumar, U. (2004). Use of maintenance performance indicators: a case study at Banverket. In Conference proceedings of the 5th Asia-Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS2004). Gold Coast, Australia.
- Åhrén, T., & Parida, A. (2009). Maintenance performance indicators (MPIs) for benchmarking the railway infrastructure: a case study. *Benchmarking: An International Journal*, 16(2), 247-258.
- Cook, W. D., Kazakov, A., & Roll, Y. (1994). On the measurement and monitoring of relative efficiency of highway maintenance patrols. In *Data envelopment analysis: Theory, methodology, and applications* (pp. 195-210). Springer Netherlands.
- EN 15341 (2007). Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators. Brussel: CEN - European Committee for Standardization.
- Enshassi, A. A., & El Shorafa, F. (2015). Key performance indicators for the maintenance of public hospitals buildings in the Gaza Strip. *Facilities*, 33(3/4), 206-228.
- Espling, U., & Kumar, U., (2008). Benchmarking of the Maintenance Process at Banverket (The Swedish National Rail Administration). In *Complex System Maintenance Handbook*. (pp. 559-583). London: Springer.
- García de Soto, B. (2014). A Methodology to Make Accurate Preliminary Estimates of Construction Material Quantities for Construction Projects. (Doctoral dissertation). Diss. ETH No. 22313, Zurich, Switzerland. <http://dx.doi.org/10.3929/ethz-a-010361720>
- García de Soto, B., Fernando, D., & Adey, B. T. (2012). Evaluation of models to predict the construction material quantities of cylindrical storage structures at an early project phase. ISPA/SCEA Joint International Conference and Training Workshop, Brussels, Belgium.
- García de Soto, B., Fernando, D., & Adey, B. T. (2013). Methodology to accurately estimate the quantities of construction materials used in cement plant construction projects. MIP Project. Internal HGRS Report. Holderbank, Switzerland.
- Hyman, W. A. (2004). Guide for customer-driven benchmarking of maintenance activities (No. 511). Transportation Research Board.
- Jiménez-Redondo, N., Escriba, S., Benítez, F. G., Cores, F., & Cáceres, N (2013). D8.1 Maintenance Performance Indicators (MPI). Measurement technologies. Automated and Cost Effective Maintenance for Railway, ACEM-Rail Contract No. 265954. Available at <http://www.acem-rail.eu/documents.html>
- Jiménez-Redondo, N., Escriba, S., Benítez, F. G., Cores, F., & Cáceres, N. (2014). Towards automated and cost-efficient track maintenance. Final developments of the ACEM-Rail project. In *Transport Research Arena (TRA) 5th Conference: Transport Solutions from Research to Deployment*.
- Kaplan, R.S., & Norton, D. P. (1992). The Balanced Scorecard: the measures that drive performance, *Harvard Business Review*, Jan–Feb (1992), pp. 71–79.

Kapitel 12 - Referenzen

- Kumar, U., & Parida, A. (2008). Maintenance performance measurement (MPM) system. In *Complex System Maintenance Handbook* (pp. 459-478). Springer London.
- Lavy, S., & Shohet, I. (2004). Integrated maintenance management of hospital buildings: a case study. *Construction Management and Economics*, Vol. 22, pp. 25-34.
- Lavy, S., & Shohet, I. (2010). Performance based facility management: an integrated approach. *International Journal of Facility Management*, Vol. 1 No. 1, pp. 1-14.
- Parmenter, D. (2010). *Key performance indicators (KPI): developing, implementing, and using winning KPIs*. John Wiley & Sons.
- Richmond, C., Adey, B.T., & Kielhauser, C., (2013). *KPI - Key Performance Indicators for Cantonal Road Management*, ETHZ, Zürich, Switzerland, 160 pages. Confidential Report.
- Shohet, I. (2003). Key performance indicators for maintenance of health care facilities. *Facilities*, Vol. 21 Nos 1/2, pp. 5-12.
- Shohet, I.M., Lavy-Leibovich, S., & Bar-on, D. (2003). Integrated maintenance monitoring of hospital buildings. *Construction Management and Economics*, Vol. 21 No. 2, pp. 219-228.
- SPSS. (2010). *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 19.0, Rel. 19.0.0.1* [computer software], IBM Corporation, Armonk, NY, USA.
- Swan, W., & Kyng, E. (2005). *An introduction to key performance indicators*. Manchester: Centre for Construction Innovation. Available at:
http://www.ccinw.com/images/publications/cci_kpi_report.pdf
- Wireman, T. (1998). *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*, New York, Industrial Press, Inc.

Anhang A. Definitionen aus anderen Quellen

A.1. Ansatz Schweizerischer Ingenieur und Architekten Verband (SIA)

Gemäss der SIA Norm (SIA 469 Erhaltung von Bauwerken: 1997-09) gehört der Unterhalt in die Phase der Erhaltung eines (Infrastruktur-)Bauwerks. Daneben gibt es die Gruppe der Überwachung und der Veränderung. Auf diese wird nicht weiter eingegangen (vgl. Abbildung 8). Untergruppen des Unterhalts sind die Instandhaltung, die Instandsetzung und die Erneuerung. Der Unterhalt bezweckt die Bewahrung bzw. die Wiederherstellung des Bauwerks. Die Instandhaltung nimmt dabei innerhalb der Erhaltung folgende Rolle ein:

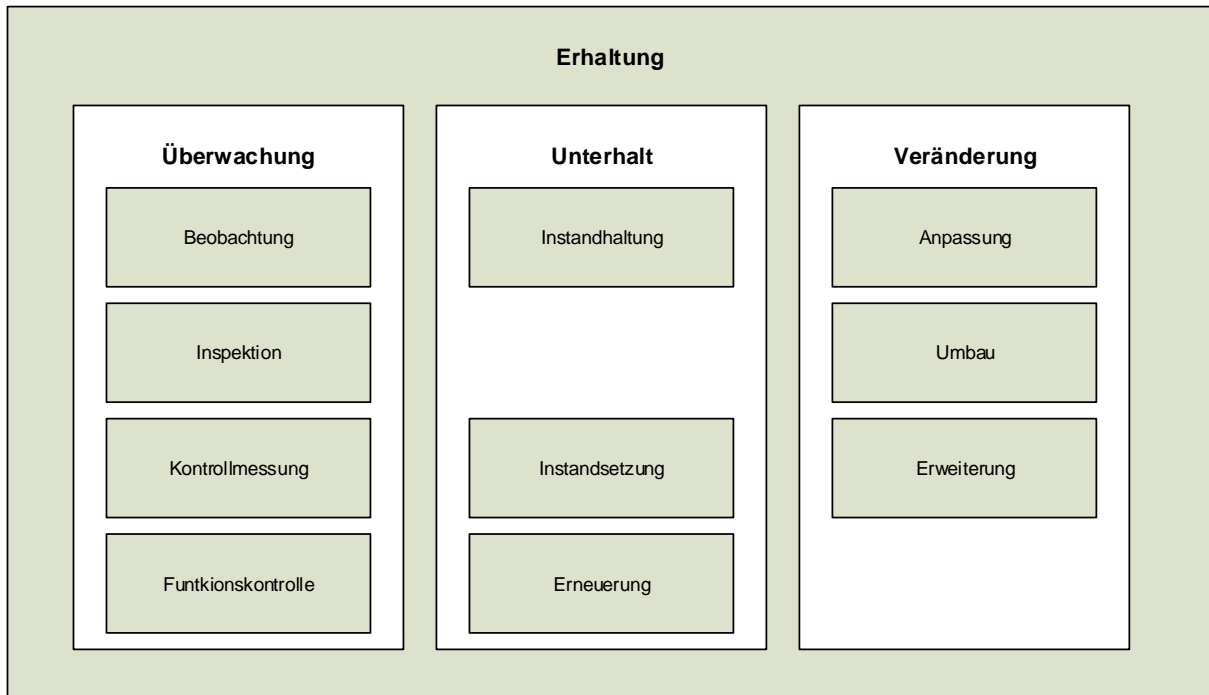


Abbildung 116: Struktur Erhaltung gemäss SIA 469

Im „Kapitel 3.6 Unterhalt“ der Norm ist festgehalten:

Die **Instandhaltung** dient der Bewahrung der Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks durch regelmässige und einfache Massnahmen. Die Instandhaltung schliesst die Behebung kleiner Schäden ein.

Zur Instandhaltung technischer Anlagen gehört neben der sachgerechten Wartung auch das Einstellen hinsichtlich eines optimalen Betriebs.

Zuweilen werden für den Begriff „Instandhaltung“ auch anderweitig verwendet:

- funktioneller Unterhalt
- betrieblicher Unterhalt
- Wartung (Instandhaltung von technischen Anlagen)

Instandsetzung und Erneuerung

Die Instandsetzung dient dazu, dass Bauwerk bzw. seine Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit für eine festgelegte Dauer wiederherzustellen; sie umfasst in der Regel Arbeiten grösseren Umfangs.

Die Erneuerung hat zum Ziel, das Bauwerk mindestens in Teilen in einen dem ursprünglichen Neubau vergleichbaren Zustand zu setzen.

Zuweilen werden für den Begriff „Instandsetzung“ auch anderweitig verwendet:

- Instandstellung
- Baulicher Unterhalt
- Reparatur

A.2. Ansatz Bundesamt für Strassen (ASTRA)

Das ASTRA beschreibt Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Unterhalt wie folgt:

Betrieb (betrieblicher Unterhalt und Schadenwehr): Alle Massnahmen, die der Sicherheit und Betriebsbereitschaft der Strasse und ihrer technischen Einrichtungen dienen. In einer früheren Version der NSV hat es geheissen: „Als Betrieb gelten der betriebliche Unterhalt und die Schadenwehren (Feuer-, Öl-, Chemie- und Strahlenwehr), d.h. alle Massnahmen, die der Sicherheit und Betriebsbereitschaft der Strasse und ihrer technischen Einrichtungen dienen“.

Instandhaltung: Bewahren der Gebrauchstauglichkeit durch einfache und regelmässige Massnahmen.

Instandsetzung: Wiederherstellen der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit für eine festgelegt Dauer.

Unterhalt (baulicher Unterhalt und Erneuerung): Alle Massnahmen, die der Erhaltung der Strasse und ihrer technischen Einrichtungen als Bauwerk dienen. In einer früheren Version der Nationalstrassenverordnung (NSV) hat es geheissen: „Als Unterhalt gelten der bauliche Unterhalt und die Erneuerung, d.h. alle Massnahmen, die der Erhaltung der Strasse und ihrer technischen Einrichtungen als Bauwerk dienen“. Zur Rubrik Unterhalt gehören Ergänzungsarbeiten und Anpassungen im Betrieb bestehender Anlagen an die Anforderungen neuen Rechts.

In der Richtlinie Substanzerhalt 2002 des ASTRA finden sich folgende Begriffe und Erklärungen zur Erhaltung:

Als Unterhalt gelten der bauliche Unterhalt und die Erneuerung, das heisst alle Massnahmen, die der Erhaltung der Strassen und ihrer technischen Einrichtungen als Bauwerk dienen, wie insbesondere Arbeiten am Strassenkörper und an Kunstbauten. Diesen gleichgestellt sind Ergänzungsarbeiten sowie Arbeiten zur Anpassung im Betrieb stehender Strassenanlagen an die Anforderungen neuen Rechts.

Baulicher Unterhalt: Behebung von Schäden grösseren Ausmasses und Verschleisserscheinungen an der Strassenanlage und ihrer technischen Einrichtungen durch periodisch wiederkehrende Massnahmen ohne vollständigen Ersatz ganzer Teile der Strassenanlage (z.B. Spurrinnensanierungen, Fugensanierungen bei Betonbelägen, Ersatz der Verschleisssschicht, Ersatz von Fahrbahnübergängen, Behebung von Schäden an Tunnelzwischendecken usw. Diese Gruppe entspricht dem Begriff „Instandsetzung“).

Verstärkung: Massnahmen zur Erreichung des erforderlichen Sollzustandes, wie Erhöhen der Tragfähigkeit der Strasse, Verstärkung von Kunstbauten zur Anpassung an die Entwicklung der Lasten und der Fahrzeugabmessungen.

Zustandserfassung gemäss besonderen Vorschriften, Richtlinien, Pflichtenheften oder schriftlichen Weisungen für besondere Bauwerke, Anlagen oder Bauteile.

Ingenieurarbeiten für Zustandserfassung, Studien, Vorprojekte usw.

A.3. Ansatz Verband schweizerischer Strassenfachleute (VSS)

Basierend auf der VSS SN 640 900 (gültig seit 1. Feb. 2004, zur Zeit in Überarbeitung)

Überwachung Surveillance	Betrieblicher Unterhalt Entretien d'exploitation	Baulicher Unterhalt Entretien constructif	Veränderung Modification
Kontrolle Contrôle	Reinigung, Pflege Nettoyage, entretien ordinaire	Reparaturen Réparations	Erneuerung, Verstärkung Renouvellement, renforcement
Inspektion Inspection	Wartung Maintenance	Instandsetzung Remise en état	Erweiterung Extension
Beobachtung Observation	Instandhaltung Entretien préventif	Erneuerung Renouvellement	Ausbau Aménagement
	Kleinreparaturen Petites réparations		Rückbau Démolition

Kontrolle Contrôle	Wertvermehrend Accroissant la valeur
-----------------------	---

Laufende Rechnung Compte courant	Investitionsrechnung Compte d'investissement
-------------------------------------	---

Abbildung 117: Tätigkeiten Erhaltung gemäss VSS SN 640 900a

Der **Unterhalt** umfasst den betrieblichen und baulichen Unterhalt.

Der **betriebliche Unterhalt** umfasst bauliche und technische Massnahmen zur Gewährleistung der Betriebssicherheit der Strassenverkehrsanlagen. Dies sind vor allem Reinigung, Pflege, Wartung, Instandhaltung und Kleinreparaturen.

Der **bauliche Unterhalt** umfasst bauliche und technische Massnahmen zur Gewährleistung der Bauwerksicherheit, der Aufrechterhaltung der Anlagensubstanz und der Anlagefunktion. Er umfasst Reparaturen, Instandsetzung und Erneuerung.

A.4. Eisenbahnspezifischer Beschrieb

Im BAV wird folgende Terminologie und inhaltliche Abgrenzung verwendet:

Betrieb Infrastruktur

Massnahmen für den Betrieb der Infrastruktur. Hierunter fallen z.B. die Verkehrssteuerung, die Betriebskommunikation und Stromversorgung 50Hz. Nicht eingeschlossen sind finanzielle Aspekte der Abschreibung der Anlagen oder Verwaltungsgemeinkosten.

Davon abzugrenzen ist der Unterhalt der Infrastruktur

Unterhalt

Massnahmen wie Überwachung, Instandhaltung und Instandsetzung, die die weitere Nutzung der bestehenden Anlagen nach Art. 62 Absatz 1 EBG gewährleisten, ohne dass dadurch die mit dem Abschreibungssatz ausgedrückte Nutzungsdauer verlängert wird.

Art. 62 Absatz 1 EBG

Zur Infrastruktur gehören alle Bauten, Anlagen und Einrichtungen, die im Rahmen des Netzzugangs gemeinsam benützt werden müssen, insbesondere:

- der Fahrweg;
- die Stromversorgungsanlagen, insbesondere Unterwerke und Gleichrichter;

Anhang A - Definitionen aus anderen Quellen

- die Sicherungsanlagen;
- die Publikumsanlagen;
- die öffentlichen Verladeanlagen;
- die Rangierbahnhöfe, einschliesslich der Rangiertriebfahrzeuge;
- die für den Unterhalt und Betrieb der Infrastruktur nach den Buchstaben a-f notwendigen Dienstgebäude und Räume.

Erneuerung

Massnahmen für den zeitlich sowie technisch bedingten Ersatz einer bestehenden Anlage, um die Infrastruktur gemäss Artikel 51 Absatz 2 EBG in gutem Zustand zu erhalten und die den Erfordernissen des Verkehrs und dem Stand der Technik anzupassen.

Abgrenzung: nur im Rahmen der Leistungsvereinbarung umgesetzte Erneuerung.

Als zeitlich bedingte Erneuerung gilt der Ersatz von bestehenden Anlagen deren Nutzungsdauer abgelaufen ist (abgeschriebene Anlagen). Mit der zeitlichen Erneuerung ist oft eine technische Erneuerung verbunden. Hierunter fällt auch der Teilersatz von bestehenden Anlageteilen (abgeschriebene Anlagen) wenn bei einer Erneuerung der übrigen noch „alten“ Teile, die ersetzen Teile in der Anlage verbleiben. Dabei sollten die Baukosten für die Teilerneuerungen nicht wesentlich höher sein als die Baukosten für eine Gesamterneuerung.

Als technische bedingte vorzeitige Erneuerung gilt der Ersatz von bestehenden Anlagen oder Anlageteilen deren Nutzungsdauer noch nicht abgelaufen ist, wenn der höhere technische Standard eine Rationalisierung erlaubt und/oder einen Mehrwert in Form von höherer Sicherheit und Komfort schafft (z.B. Ersatz von Stellwerken für die Einführung der Fernsteuerung).

A.5. Gegenüberstellung der Definitionen

Gemäss den vorangehenden Definitionen wird ersichtlich, dass keine uneindeutige Nutzung der Begrifflichkeiten besteht. Grundsätzlich dreht es sich um dasselbe, aber zuweilen sind einige Nuancen unterschiedlich verwendet. In der folgenden Darstellung soll aufgezeigt werden, dass die Unterschiede minimal, aber zum Teil vorhanden sind. Die Verwendung der Begrifflichkeiten ist im Hauptteil festgehalten.

Gegenüberstellung der Begriffe VSS und ASTRA

Table 89: Gegenüberstellung VSS und ASTRA

Begriff VSS (bezogen auf den Strassenkörper)		Begriff ASTRA
Baulicher Unterhalt	Instandsetzung	Baulicher Unterhalt
	Verstärkung	Baulicher Unterhalt oder Erneuerung
Betrieblicher Unterhalt		Betrieblicher Unterhalt

Gegenüberstellung der Begriffe SIA und ASTRA

Tabelle 90: Gegenüberstellung SIA und ASTRA

Begriff SIA		Begriff ASTRA
Instandhaltung	Bewahren der Gebrauchstauglichkeit durch einfache und regelmässige Massnahmen	Betrieblicher Unterhalt
Instandsetzung	Wiederherstellen der Sicherheit und der Gebrauchstauglichkeit für eine festgelegte Dauer	Baulicher Unterhalt
Unterhalt	Bewahren oder Wiederherstellen eines Bauwerks ohne wesentliche Änderung der Anforderungen	Baulicher Unterhalt oder betrieblicher Unterhalt (nicht aber Erneuerung)

Anhang B. Schlüsselleistungskennzahlen - Key Performance Indicators

Eine Schlüsselleistungskennzahl ist eine Leistungskennzahl mit einem höheren Mass an strategischer Bedeutung und Wichtigkeit (Wireman, 1998). Eine Schlüsselleistungskennzahl ist das Mass der Leistung eine Aktivität, welche kritisch in Bezug auf den Erfolg eine Organisation ist (Swan & Kyng, 2005) und sie sind eine Möglichkeit um genau auf mögliche Gebiete hinzuweisen, welche innerhalb einer Organisation zu Verbesserungen führen kann. Es sind spezifische Messungen um die Leistung zu vermessen. Ohne ein Satz von gemeinsamen Messgrössen, welche verschiedene Partner gegenseitig verständigen zu verwenden, gibt es keine gemeinsame Basis für eine Leistungsabschätzung (Hyman, 2004). Man kann annehmen, dass KPI's einen Weg darstellen, um sich zu messen in Richtung eines gegebenen Benchmarks oder Ziels. Ein Benchmark ist beispielsweise der Branchenleader bzw. der seine Fähigkeiten in Bezug auf einen spezifischen Prozess oder Tätigkeit am effizientesten ausübt. Benchmarks sind ein Weg um relativ schnell Tätigkeitsgebiete oder Umfeldler zu lokalisieren, welche verbessert werden sollten (KPI's können für einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess verwendet werden). Benchmarking verwendet Leistungsmessgrössen (beispielsweise Indikatoren oder KPI's), welche es ermöglichen, eine Planung zu erstellen, um Verbesserungen umzusetzen. Benchmarking ist eine Methodik um Geschäftsprozesse zu vergleichen und basiert auf Leistungsmessgrössen in der Industrie, welche den Branchenleader aufzeigt bzw. wer unter verschiedenen Unternehmen eine Tätigkeit am Effizientesten ausführt. Mit anderen Worten – wie sich Indikatoren innerhalb eine Branche vergleichen.

Schlüsselleistungskennzahlen (KPI's) sind in der Regel verworren mit anderen Leistungsmessgrössen. Es gibt die Typen: Schlüsselergebnisindikatoren (key results indicators – KRI's), Leistungsindikatoren (performance measures, PI) und Schlüsselleistungsindikatoren (key performance indicators). KRI's sind monetäre und nicht-monetäre Messgrössen, welche einen Überblick über vergangene Leistungen geben. PI's sind nicht-monetäre Messgrössen, welche einem sagen, was zu tun ist, aber sie sind nicht so wichtig wie KPI's; KPI's sind nicht-monetäre Messgrössen, welche einem sagen, was zu tun ist, um die Effizienz massgebend zu erhöhen (Parmenter, 2010).

Anhang C. Bestehende Kennzahlensysteme

C.1. Kennzahlensystem für Betrieb und Instandhaltung

C.1.1. CA - Strassen: Cook et al.

Cook und Kazakov (1994) haben die relative Effizienz von 62 Autobahnunterhaltseinheiten untersucht und vermessen. Dies entspricht in etwa der Grösse des Bundesstaates Ontario, Kanada. Die regelmässigen Unterhaltsarbeiten auf Ontarios Autobahnen fallen unter die Verantwortung von 244 über das Land verteilte Gebietseinheiten (Patrols). Jede Gebietseinheit ist verantwortlich für eine definierte Anzahl Spurkilometer auf den Autobahnen, ebenso sind Tätigkeiten zugeteilt, welche in Relation stehen zu diesen Autobahnabschnitten. Es gibt mehr als 100 unterschiedliche Kategorien von Tätigkeiten. Diese sind eingeteilt in Oberfläche, Bankett, Vorfahren, Mittelstreifen und Winterdienste. Die Absicht der Studie ist zweischichtig. Zuerst, es würde ein Managementwerkzeug bereitstellen für eine quantitative Bewertung der relativen Effizienz der unterschiedlichen Gebietseinheiten. Zweitens, es lassen sich die Einflüsse der externen Faktoren ermitteln als auch die Unterhaltsstrategien auf die Effizienz der Gebietseinheiten (beispielsweise Privatisierung von Leistungen). Es wurde der Ansatz der Dateneinhüllanalyse (data envelopment analysis DEA) angewandt zur Bestimmung der relativen Effizienz. Das von Cook et al vorgeschlagene Kennzahlensystem ist in der Tabelle 91 dargestellt.

Tabelle 91: Betriebs- und Instandhaltungsindikatoren vorgeschlagen durch Cook et al., 2013

Indikatorotyp	Beispiel	Definition
Outputs	Zuordnung Grössenfaktor (Assignment size factor, ASF)	Messung des Umfangs der Arbeitsbelastung, für welche eine Gebietseinheit verantwortlich ist
	Durchschnittliche Verkehrsbelastung (Average traffic served, ATS)	Messung der Gesamtleistung einer Autobahn der Gebietseinheit durch die Nutzer des Systems
	Rating Änderungsfaktor (Rating change factor, RCF)	Messung der Veränderung des Belagszustandes auf verschiedenen Strassenabschnitten
	Unfallverhütungsfaktor (Accident prevention factor, APF)	Viele Unterhaltsarbeiten entstehen dadurch, dass Unfälle verhindert werden sollen (Reparaturen an der Oberfläche und beim Bankett). Die Unfallverhütung ist somit ein elementares Ziel der Unterhaltsarbeiten.
Inputs	Unterhaltsausgaben (Maintenance expenditure, MEX)	Sämtliche Ausgaben eine Gebietseinheit
	Kapitalaufwand (Capital expenditure, CEX)	Sämtlicher Kapitalaufwand für die Verbesserung der Autobahninfrastruktur
	Klimafaktoren (Climatic factors, CLF).	Umweltumstände in welchen eine Gebietseinheit ihre Aufgaben zu erfüllen hat. Zusammengefasst in Indikatoren wie: Schneefall, Temperaturzyklen, Regenfall

C.2. Kennzahlensysteme für Instandsetzung und Erneuerung

C.2.1. Strassen - US – Benchmarking of Maintenance Activities³¹

Die Richtlinie für kundenorientiertes Benchmarking im Unterhalt (Hyman, 2004) schlägt vor, Ergebnisse, Outputs, Ressourcen und Umstandsfaktoren als Messgrößen für ein kundenorientiertes Benchmarking zu verwenden. Beispiele für die Messgrößen finden sich in der Tabelle 92.

Tabelle 92: Messgrößen vorgeschlagen in der Richtlinie für kundenorientiertes Benchmarking im Unterhalt

Messgrößen	Definition	Beispiele
Ergebnis	Ergebnisse sind das Resultat der Ausführung von Unterhaltsarbeiten, welche wichtig sind für die Kunden	Glatte Strassen; Randmarkierungen, welche bei schlechten Wetterbedingungen gut sichtbar sind; Verkehrsregelungsanlagen, welche zuverlässig und dauerhaft funktionieren
Output	Outputs sind Messgrößen für Leistungen oder Produkte	Beispiel für den Output können die Laufmeter gereinigter Strassengraben oder Anzahl Tonnen Abfall gesammelt oder Anzahl Quadratmeter Rasen gemäht sein.
Ressourcen	Ressourcen	Arbeit, Ausrüstung, Material, Finanzaufwendung
Umstandsfaktoren	Diese Faktoren sind ausserhalb der Kontrolle der Unterhaltsorganisation – so ist es schwieriger die Kundenwünsche und –bedürfnisse zu befriedigen	Wetter, Umgebung, Bevölkerungsdichte etc.

C.2.2. Strassen - CH - Richmond et al.

Richmond et al. (2013) schlagen Indikatoren für die Erhaltung (Instandsetzung, Erneuerung, ohne Instandhaltung) vor. Ihre Vorschläge basieren auf ihrer Zusammenarbeit mit fünf Kantonen der Nordwestschweiz. Die nachfolgenden Fragen können von den Autoren beantwortet werden:

1. Was soll gemessen werden?
2. Welche Datenbausteine sind zur Bearbeitung vorhanden?
3. Welche Messgrößen können aus den Datenbausteinen erstellt werden

Sie unterscheiden im Weiteren in Benchmarks des Typs A und des Typs B. Typ A Benchmarks wurden entworfen, um die Gesamtverbesserung eines Infrastrukturmanagers zu überprüfen, während er Typ B sich um spezifische Messgrößen von besonderen Aspekten des Infrastrukturmanagement Strasse kümmert. Gemäss dem Ansatz einer Balanced Scorecard (Kaplan & Norton, 1992) wird zum einen eine partielle Messung (für den Typ A Benchmark) und eine gesamtheitliche Messung der Kosteneffizienz (für den Typ B Benchmark) vorgeschlagen. Der Typ A Benchmark basiert auf dem Verhältnis Schweizer Franken pro Einheit Zustandsverbesserung pro normalisierte Quadratmeter Strassenoberfläche. Ihre Untersuchung umfasst auch Umstandsfaktoren (Hyman, 2004), welche als Herausforderungsfaktoren verwendet werden, um die Erwartung der teilnehmenden Kantone bezüglich der Faktoren, welche nicht beeinflusst werden können, aber einen Einfluss auf die Kosten haben. Die Herausforderungsfaktoren und die Typ B Benchmarks werden in den beiden Tabelle 93 und Tabelle 94 aufgezeigt.

³¹ NCHRP-Guide for Customer-Driven Benchmarking of Maintenance Activities

Anhang C - Bestehende Kennzahlensysteme

Tabelle 93: Herausforderungsfaktor gemäss Studie

Fragen	Faktor	Vorzeichen	% Anstieg	% Strassen
6.1	Öffentlicher Verkehr	+	30%	
6.2	Landwirtschaftsverkehr	+	Minimal	
6.3	Individualverkehr	+	30%	
6.4	Schwerverkehr	+	Wenig	
6.5	Kurvenreich, steil	+	15%	
6.6	Fern gelegene Strasse	+	Minimal	
6.7	Schlechter Untergrund	+	30%	
6.8	Exzellenter Untergrund	-	15%	
6.9	Siedlungsgebiet	+	25%	
6.1	Radweg	-	-70%	
6.11	Lärmarmer Belag	+	25%	
6.12	Drain Asphalt	+	Unklar	Wenig
6.13-6.16	Beschleunigtes Bauen	+	0%-20%	1%

Tabelle 94: Liste möglicher Typ-B Benchmarks – empfohlen durch die Studie

	Allgemeine Massnahmen	Version
1a	Gesamtzustandsverbesserung	Netto
1b	Gesamtzustandsverbesserung	Brutto
2a	Durchschnittlicher jährlicher Verlust der Netzwerkverfügbarkeit	ungewichtet
2b	Durchschnittlicher jährlicher Verlust der Netzwerkverfügbarkeit	Gewichtet nach Verkehr
2c	Jahre seit der letzten Intervention	Gewichtet nach erneuerter Fläche
3a	Durchschnittliche Vollständigkeit der Datenbasis	ungewichtet
4a	Anteil erneuertes Netzwerk	Deckschicht
4b	Anteil erneuertes Netzwerk	Unterbau
5a	Veränderung in der Dimension des Netzwerkes	Nur Deckbelag
5b	Konsistenz im Design VLK zur aktuellen Nutzung	Gewichteter Durchschnitt der Differenz
6a	Zustand vor der Erneuerung	Durchschnitt
6b	Zustand vor der Erneuerung	Standardabweichung
6c	Zustand vor der Erneuerung	Eingriff
7a	Trends im durchschnittlichen Zustand	absolut
7b	Trends im durchschnittlichen Zustand	Relative zur Zielsetzung
8a	Durchschnittlich gewichteter Nutzen des Zustandes	Gewichteter durchschnittlicher Nutzen
9a	Schwankungen des Zustandes in Bezug zur Strategie	Standardabweichung
10a	Grafische Darstellung der Interventionsstrategie	Anteil vom Gesamten
10b	Grafische Darstellung der Interventionsstrategie	Anteil der Reihensummen (Markov)
10c	Grafische Darstellung der Interventionsstrategie	Unterschied zur Strategie

C.2.3. Schienen - EU - ACEM-Rail

Die Resultate des siebten Rahmenprogramms (FP7) für den automatisierten und kosteneffizienten Unterhalt für Eisenbahnen (Automated and Cost-Effective Maintenance for Railway; ACEM-Rail) Projekt wurde präsentiert im Fachvortrag von Jiménez-Redondo et al. (2014). Es deckt Entwicklungen im Bereich von Inspektionstechniken, Systemen und Hilfsmitteln zur Bewältigung und Organisation aller anfallenden Informationen zusammen mit der Datenauswertung und Werkzeugen zur Entscheidungsunterstützung und dem Beschrieb von Leistungsindikatoren im Unterhalt zur Beurteilung der Nachhaltigkeit des Unterhaltsprozesses. Die massgebendsten Leistungsindikatoren im Unterhalt, welche verwendet wurden um den Einfluss auf das ACEM-Rail-Projekt zu messen wurden in folgende Gruppen unterteilt: wirtschaftliche, technische, betriebliche und umweltbezogene Einheiten. Weiter Informationen finden sich ACEM-Rail Deliverable D8.1 (Jiménez-Redondo et al., 2013).

C.2.4. Schienen – Schweden und Norwegen - Åhrén et al.,

Åhrén and Parida (2009) verwendeten die Schwedische und Norwegische Eisenbahnverwaltung als Fallbeispiel zur Abwicklung von Benchmarking und Leistungsindikatoren für den Unterhalt bei der Eisenbahninfrastruktur. In ähnlicher Weise zeigen Espling und Kumar (2008) drei verschiedene Benchmark-Studien welche sich mit folgenden Aspekten befassen: (1) Unterhaltsprozess für grenzüberschreitende Tätigkeiten, (2) die Effektivität der Auslagerung von Unterhaltsprozessen durch verschiedene Bahnregionen in Schweden, und (3) eine Untersuchung bezüglich der Transparenz in Europäischen Eisenbahnverwaltungen. Im Nachgang der Fallstudien veröffentlichen sie eine Liste mit sieben Fallgruben, welche beachtet werden sollten bei der Anwendung von Benchmarks. Åhrén und Kumar (2004) verfolgten ein Forschungsprojekt für das schwedische Eisenbahntransportsystem. Dabei identifizierten sie eine Anzahl von Leistungsindikatoren im Unterhalt (beispielsweise Auslastung der Infrastruktur, Kapazitätsbeschränkung der Infrastruktur, Verkehrsaufkommen, Unterhaltskosten pro Gleiskilometer, welche auf die verschiedene Ziele ausgerichtet sind, um die übergeordneten Zielsetzungen der schwedischen Staatsbahn zu beinhalten.

C.2.5. Schienen – CH - BAV

Der Bericht über den Zustand der Eisenbahninfrastrukturen der schweizerischen Privatbahnen³² verfolgt thematisch eine ähnliche Aufgabenstellung wie EFFIN. Der Fokus liegt auf dem Zustand der Anlagen und einer Kostenabschätzung möglicher Erhaltungsstrategien (in Abhängigkeit der Erhaltungsmassnahmen). Der Vergleich SBB vs. Privatbahnen ist von untergeordneter Bedeutung.

C.2.6. Alle Infrastruktur – EU

Gemäss Espling und Kumar (2008) hat die Europäische Vereinigung der Nationalen Unterhaltsgesellschaften auf 13 verschiedene Unterhaltsindizes geeinigt. Diese 13 Indizes werden verwendet zur Darstellung der Resultate von Benchmarkings in Unterhaltsorganisationen (Tabelle 95).

³² Hrsg. Bundesamt für Verkehr, Abteilung Finanzierung, Erarbeitet durch Ernst Basler + Partner 2008

Tabelle 95: Von der Europäische Vereinigung der Nationalen Unterhaltsgesellschaften vorgeschlagene Unterhaltsindikatoren

Nr.	Indikator
1	Die Wartungskosten als Prozentsatz des Anlagenneuwert
2	Geschäftsinvestitionen als Prozentsatz des Anlagenneuwert
3	Vertragliche Kosten als Prozentsatz der Unterhaltskosten
4	Kosten für den präventiven Unterhalt als Prozentsatz der Unterhaltskosten
5	Mannstunden für den präventiven Unterhalt als Prozentsatz der Mannstunden für den gesamten Unterhalt
6	Unterhaltskosten als Prozentsatz des Umsatzes
7	Mannstunden Ausbildung als Prozentsatz der Mannstunden für den gesamten Unterhalt
8	Mannstunden des unmittelbaren Reparaturunterhalts als Prozentsatz aller Stunden Unterhalt
9	Geplante und terminiert Mannstunden als Prozentsatz aller Mannstunden für den Unterhalt
10	Notwendige Betriebszeiten als Prozentsatz der gesamten verfügbaren Zeit
11	Aktuelle Betriebszeiten als Prozentsatz der benötigten Betriebszeiten
12	Aktuelle Betriebszeiten dividiert durch die Anzahl sofortiger Unterhaltseingriffe (Reparaturen)
13	Zeitbedarf für Sofortmassnahmen im Unterhalt dividiert durch die Anzahl sofortiger Unterhaltseingriffe (Reparaturen)

C.2.7. Alle technischen Anlagen – EU

Die EN 15341 Unterhalt (Maintenance EN 15341, 2007) – Unterhaltsleistungskennzahlen – ist ein Europäischer Standard welcher ein System beschreibt, welches es erlaubt Leistungskennzahlen zu bewirtschaften beispielsweise die Messung von Unterhaltsleistungen bezüglich der ökonomischen, technischen und organisatorischen Aspekte. Zur Einschätzung und Verbesserung der Effizienz und Effektivität um Exzellenz im Unterhalt der technischen Anlagen zu erreichen. Die standardisierten Konten für den externen (ausserhalb der Kontrolle durch das Unterhaltsmanagement) und internen Faktoren (unter der Kontrolle durch das Unterhaltsmanagement), welche berücksichtigen sollen, dass verhindert wird, dass verzerrte Auswertungen und Vergleiche durch die Verwendung von nicht homogenen Bedingungen. Jede Leistungskennzahl ist bestimmt durch das Verhältnis von zwei Faktoren. Die verwendete Methodik zur Definition und den Gebrauch der Leistungskennzahlen im Unterhalt ist in der Abbildung 118 dargestellt.

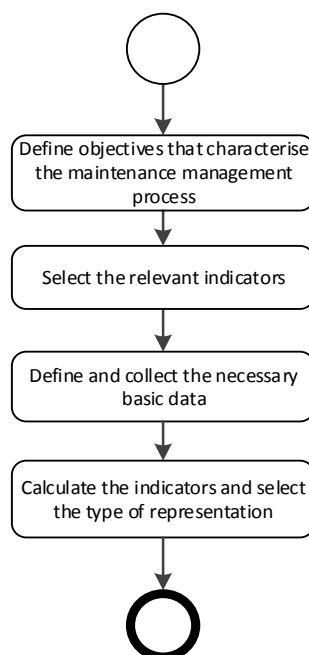


Abbildung 118: EN15341 Methodik zur Definition und zur Anwendung der KPI's für den Unterhalt

Wenn die Zielsetzung definiert ist und die Leistungsmessgrößen, welche gemessen werden sollen definiert sind, so ist der Teil der Auswahl der massgeblichen Indikatoren, können zwei verschiedene Ansätze verfolgt werden: „die erste bezieht sich auf die Auswahl aus einer Liste von bestehenden Indikatoren, welche nach der Auswertung die Anforderungen erfüllen; die zweite geht von der folgenden Methode aus, dass man mit der Bewertung von verschiedenen Unterhaltsprozessen, welche durch eine funktionale Auswertung erhalten werden kann.“, darlegt das beide Ansätze in der Praxis verwendet werden können. Der Standard schlägt 71 Leistungskennzahlen vor – unterteilt in die drei folgenden Gruppen: 24 ökonomische Schlüsselindikatoren, 21 technische Schlüsselindikatoren und 26 organisatorische Schlüsselindikatoren. Für jede Gruppe sind die Schlüsselindikatoren in drei Stufen (Stufe 1: Firmenstufe, Stufe 2: Systemstufe; Stufe 3: Ausrüstungs- und Personalstufe) (Tabelle 96). Wenn die Indikatoren einmal getestet und validiert wurden (einschliesslich der Methode der Datensammlung und Datenverarbeitung, Berechnung der Indikatoren und der grafischen Darstellung), können sie verwendet werden zur Erstellung von Wertungslisten für weitere Untersuchungen und der Auslösung von notwendigen Massnahmen.

Tabelle 96: Unterhalts Leistungskennzahlen nach Gruppierung und Stufe gemäss EN 15341

Indikator Gruppe	Indikator Stufe		
	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
ökonomisch	e1-e6	e7-e14	e15-e24
technisch	t1-t5	t6-t7	t8-t21
organisatorisch	o1-o8	o9-o10	o11-o26

C.3. Kennzahlensysteme für Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung

C.3.1. Facilities- CH

Der seit 2002 jährlich erscheinende FM Monitor ist das Standardnachschlagewerk für Flächen- und Kostenkennzahlen von Immobilien in der Schweiz. Der FM Monitor zeigt die Entwicklung des Facility Management Marktes auf der Basis eines grossen Datenpools auf und erhöht die Transparenz im Markt wesentlich. Die Flächen- und Kostenkennzahlen werden basierend auf der SIA d0165 an Beispielobjekten auszugsweise dargestellt. Unternehmen, Organisation und Einzelpersonen, die Objektdaten bereitgestellt haben, können die Kennzahlen über das Onlinetool abrufen und auf vielfältige Weise analysieren. So sind sie in der Lage, Optimierungspotenzial zu erkennen, die Wirksamkeit von Massnahmen zu überprüfen und die stetige Optimierung der Objektkennzahlen abzubilden.

Die Benchmarks zeigen in Mehrjahresvergleichen die Entwicklungen der Bewirtschaftungs-, Verwaltungs- und Betriebskosten sowie des Flächenmanagements. Basis dieser Kennzahlen bilden über 13'400 Objekte mit einer Gesamtgeschossfläche von rund 52 Mio. m². Damit konnte die Stichprobe gegenüber dem Vorjahr abermals um +4 % erhöht werden (Stand 2015, www.fmmonitor.ch).

Wissenschaftlicher Ansatz: Kooperationen mit Lehrstühlen der ETH Zürich, der EPF Lausanne und der ZHAW stellen sicher, dass die wissenschaftliche Forschung sowie neue theoretische Erkenntnisse in den FM Monitor einfließen.

C.3.2. Spitäler – Gaza-Streifen - Enshassi et al.,

Die Zielsetzung der Studie von Enshassi und El Shorfa (2015) lag darin, die KPI für den Unterhalt von öffentlichen Spitalbauten im Gaza-Streifen zu identifizieren und zu bemessen insbesondere in Bezug

auf die Steigerung der Effizienz des Unterhaltsmanagements. Die definierten KPI's waren die sogenannte Gebäudeindikatoren (building performance indicators - BPI) zu bewerten den Gesamtzustand der Gebäude gemäss der Leistung der einzelnen Komponenten und Systemen, sowie die Unterhaltseffizienz Indikatoren (maintenance efficiency indicators - MEI) zu prüfen die Unterhalts-Inputs, die jährlichen Unterhaltsausgaben (annual maintenance expenditure – AME), Reparaturanforderungsindikator (urgent repair request indicator – URI) zu ermitteln unter Verwendung der Anzahl Reparaturanforderungen durch Gäste oder internes Personal, und die Anzahl von allgemeinen Reparaturanforderungen am Gebäudeeinrichtungen und Anlagen. Diese KPI's wurden von Shohet (2003), Shohet et al. (2003), Lavy und Shohet (2004) und Lavy und Shohet (2010) definiert

C.3.3. Gemeinden - CH

Die Applikation Gemeindec cockpit - Strategisches Führungsplattform für kleine und mittlere Gemeinden der Berner Fachhochschule, Biel (Institut for ICT-based Management) stellt eine Software dar, welche als Führungsinstrument dient für Prozesse in der Gemeinde. Strategien können mit Zielen und Massnahmen hinterlegt werden, während ein Monitoring aufzeigt, wie der Prozessfortschritt aktuell ist.

C.4. Erkenntnisse und Forschungsziele

Die Forschung und damit auch die Anwendung zur Steigerung der Effizienz im Bereich des Betriebs und Instandhaltung der technischen Infrastruktur insbesondere bei Bahnen und kommunalen Strassen ist noch ungenügend Thematisiert worden.

Mit entsprechenden Kennzahlen liesse sich in diesem Bereich die Effizienz steigern und in Anbetracht des grossen Potenzials auch entsprechende Potenziale realisieren. Für die Entwicklung eines Kennzahlensystems ist die Systematik grundsätzlich vorhanden. Es fehlen aber noch die hierfür notwendigen Grundlagendaten. Diese sind zusammenzutragen und entsprechend auszuwerten.

Die Festlegung der Kostentreiber ist ein iterativer Prozess, welcher mit entsprechenden Regressionsanalyse ausgewertet werden kann.

Die Forschung ist in diesem Bereich voranzutreiben, um genau diese Erkenntnislücken zu schliessen. Als innovative Weiterentwicklungen im Bereich der technischen Infrastruktur sind vor allem zu nennen:

- Standardisierte Indikatoren für Anlage- und Kostendaten
- Quantifizierte Zusammenhänge zwischen den Anlagenspezifika, den Organisationsmerkmalen und den Betriebs- und Instandhaltungskosten inkl. Skaleneffekte
- Betriebswirtschaftliches Kennzahlensystem für das Benchmarking von Betreiberorganisationen als Grundlage für deren Professionalisierung und Effizienzsteigerung.

Anhang D. Verschiedene Unterlagen

D.1. Handbuch Infrastrukturmanagement

Dem Handbuch Infrastrukturmanagement – Empfehlung für die strategische Planung, Erstellung und Werterhaltung kommunaler Netzinfrastruktur³³ liegt die Überprüfung der Erhaltungsstrategie der Kommunen für die Elemente der Netzinfrastrukturen in ihrem Besitz zugrunde (Strasse, Schiene, Strom, Gas, Wasserver- und –entsorgung). Es geht um das Erhaltungsmanagement, wörtlich um Erhaltungsmassnahmen - nicht um Massnahmen für Betrieb und Unterhalt (sofern sich die Massnahmen zum Unterhalt abtrennen können). Man erkennt vier Zyklen (drei operative und ein politisch-strategische Ebene): Zustandserfassung und Planung (op.), Projektierung und Realisierung (op.), operatives Controlling und kontinuierliche Verbesserung (op.) und politisch- strategisches Controlling.

Das Bundesamt für Strassen bietet die Möglichkeit in der Fachapplikation Erhaltungsmanagement im Siedlungsgebiet EMSG des Systems Mistra Erhaltungsmanagement auf der Gemeindestrasse in einer einfachen Softwarelösung zu integrieren. Dies kann von der einfachen summarischen Darstellung bis hin zum detaillierten, GIS-basierten Tool ausgeführt werden, wo Zustandserfassung und Massnahmenkoordination möglich sind. Das Tool kann auch als Budgetierungswerkzeug dienen, welches den mittel- und langfristigen Finanzbedarf für den Erhalt der Gemeindestrassen ermittelt. Es dient somit für ein strategisch ausgerichtetes und wirkungsvolles Erhaltungsmanagement für die Gemeindestrassen.

Die "Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen" (E EMI 2012³⁴) sind von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen in der neuen Ausgabe 2012 herausgegeben worden. Die E EMI 2012 aktualisieren in erheblichen Umfang die früheren E EMI 2003. Mit der Einführung der kommunalen Doppik hat die systematische Straßenerhaltung seit dieser Zeit in vielen Gebietskörperschaften weiter an Bedeutung gewonnen. Der Mehrfachnutzen einer systematischen Bestandsdatenerhebung in Verbindung mit einer Zustandserfassung und Bewertung der Verkehrsinfrastruktur liegt in der Übernahme der Daten in EDV-Programme zur Erstellung der Eröffnungsbilanz sowie Pflege und Fortführung der Informationen in vorgegebenen periodischen Abständen. Die E EMI 2012 geben den zusammenfassenden Überblick über den derzeitigen Stand der Vorgehensweise beziehungsweise der erforderlichen Prozessschritte. Die E EMI 2012 sind ein notwendiges Arbeitsmittel für alle, die mit der systematischen Straßenerhaltung in Kommunen befasst sind.

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse bzw. Untersuchungen im Bereich der Effizienz bezüglich des betrieblichen Unterhalts sind gering. In der Literatur findet sich sozusagen nichts was auf eine Entwicklung von Leistungsgrössen hindeuten würde. Die Erfahrung mit den Teilnehmern zeigt vielmehr, dass ein praktischer Erfahrungsaustausch unter den Betreibern stattfindet. Dies findet stark praxisbezogen mit den praxisorientierten Verantwortlichen statt. Ein systematisches Zusammentragen der Erfahrungen ist nicht feststellbar und steht somit auch keinem breiteren Publikum zur Verfügung.

Das Erhaltungsmanagement steht mehr und mehr im Fokus, da der Unterhalt mehr an Bedeutung gewinnt. Die Lücke ist zu schliessen.

³³ Herausgeber Kommunale Infrastruktur, Wasser Agenda 21 (Autoren: INFRAconcept AG, Bern; WIFpartner AG, Zürich; Kieliger und Gregorini, Wollerau 2014

³⁴ Best, B. OBR Dipl.-Ing., et al, Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen, FGSV Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement

D.1.1. Clustering oder Anpassungsfaktoren:

Für diese Untersuchung wird angestrebt, dass mittels Anpassungsfaktoren eine Vergleichbarkeit der Betreiberorganisationen unterschiedlicher Expositionen erreicht werden kann. Höhenlage, Netzgrösse, Schneefall oder die Anzahl Mitarbeiter können aufgrund von Anpassungsfaktoren eliminiert werden, so dass eine Vergleichbarkeit hergestellt werden kann.

Sollte sich herausstellen, dass sich aus dem ganzen Datensatz keine Anpassungsfaktoren ableiten lassen, weil die Daten der Gemeinden und Privatbahnen zu heterogen sind. So drängt sich mittelfristig ein Clustering der Betreiberorganisationen auf, dabei soll darauf geachtet, dass die Organisationen über gleiche bzw. ähnliche Ausgangslagen verfügen, beispielsweise:

- Grösse der Organisation
- Grösse des zu unterhaltenden Netzes
- Geografische Lage (Region, Höhe etc.)
- Wirtschaftliche Lage
- Zentrumsfunktion, Tourismus

Ein solches Clustering wird bereits bei der DB MISTRA Fachapplikation Erhaltungsmanagement auf Gemeinde- und Stadtstrassenabgewandt.

D.1.2. Interne und externe Einflussgrössen:

Weitere Randbedingungen sind gegeben durch die Zielsetzungen, welche den Betreiberorganisationen gegeben werden sei dies beispielsweise durch den Gemeinderat oder die Geschäftsleitung. Finanzielle Randbedingungen führen ebenfalls zu veränderten Ausgangslagen in der Erledigung von Aufgaben.

Neben den Eigentümern und den Betreibern gibt es einen dritten Stakeholder der technischen Infrastruktur – der Nutzer. Dieser muss die Anlage sicher benutzen können und stellt somit auch Ansprüche an diese. Der Einfluss ist unter Umständen nicht direkt spürbar, kann sich aber in Vorgaben (Eingriffszeiten, Zustand oder Servicelevels) widerspiegeln.

Gewisse dieser Inputgrössen werden in den Fragebögen aufgenommen. Andere wiederum würden das Mass der Untersuchung sprengen bzw. würden einen Detaillierungsgrad erfordern, welcher nur unter erschwerten Bedingungen zu lösen wäre. – Dies schliesst aber eine fortwährende Entwicklung und Präzisierung nicht aus.

Entwicklungen in der Normierung führen zu einer Vereinheitlichung der Vorgehensweisen:

- VSS – Norm 640 900 – was sind die Abgrenzungen und welche Tätigkeiten gehören dazu
- HRM2 – wie werden betriebswirtschaftliche Zahlen erfasst
- GIS – wo sind welche Daten vorhanden
- Reporting – präzise Erfassung von Leistungen und Kosten

Anhang E. Fragebogen Hauptuntersuchung Gemeindestrassen

Teilnehmende Gemeinden:

Aarau	Giswil	Murten	Sursee	Wittenbach
Adliswil	Grindelwald	Oberägeri	Thun	Wollerau
Berikon	Herisau	Oberglatt	Unterseen	Zermatt
Bremgarten AG	Hochdorf	Ostermundigen	Urtenen-Schönbühl	Zollikofen
Burgdorf	Kloten	Oberwil (BL)	Volketswil	Zürich
Cham	Lachen	Pfäffikon ZH	Wädenswil	
Chur	Lenzburg	Schlieren	Wald ZH	
Dübendorf	Lyss	Schwerzenbach	Weinfelden	
Einsiedeln	Männedorf	Solothurn	Wil SG	
Flawil	Möhligen	Steffisburg	Winterthur	

KTI Forschungsprojekt EFFIN

Effizienter Betrieb und Unterhalt der technischen Infrastruktur

Fragebogen Gemeindestrassen

Gemeinde
Gemeinde_Nr (BfS)
Erfassungsjahr der Daten
Anzahl Einwohner per Ende Erfassungsjahr
Ort
Datum
Verfasser

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1	Grunddaten, Strecken- bzw. Netzcharakteristiken
Kapitel 2	Betriebswirtschaftliche Merkmale
Kapitel 3	Zustand der technischen Infrastruktur
Kapitel 4	Leistungsniveaus
Kapitel 5	Streckenausrüstung und Nebenflächen
Kapitel 6	Meteo- und klimatische Bedingungen*

* Kapitel 6 ist optional, falls die Daten bei der Gemeinde vorhanden sind, können diese eingetragen werden, anderenfalls werden Daten bei Meteoschweiz beschafft.

Versionskontrolle

Version	Historie / Status	Datum	Autor/in
H1.0	Fragebogen für die Hauptuntersuchung	6/10/2015	Senn

Kap. 1 Grunddaten, Strecken- bzw. Netzcharakteristiken

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Jahr		Bemerkungen
				Wert	0	
1.1	Laufmeter Strasse ohne Feld-, Flur- und Waldstrassen oder -wege	Laufmeter gesamtes Strassennetz für den Motorfahrzeugverkehr welche betrieben und unterhalten werden Angabe der Anzahl Laufmeter Strasse nach Belastungskategorie (SN 640 986)	m'			
1.1.1.1			m' IA			
1.1.1.2			m' IB			
1.1.1.3			m' IC			
1.1.1.4			m' II			
1.1.1.5			m' III			
1.1.1.6			m' IV			
1.1.2		Laufmeter gesamtes Langsamverkehrsnetz (Trottoir, Fusswege, Radwege)	m'			
1.2	Verkehrsfläche ohne Feld-, Flur- und Waldstrassen oder -wege	Gesamtverkehrsfläche ohne Unterscheidung ob die Verkehrsfläche dem Fuss-, Fahrrad- und Motorfahrzeugverkehr zur Verfügung stehenden Fläche, welche betrieben und unterhalten werden Falls nur die Laufmeter Strasse vorhanden sind, kann die Flächenumrechnung gemäss Beschrieb Seite 3 erfolgen	m ²			
1.2.1		Gesamtverkehrsfläche Strasse MIV	m ²			
1.2.1.1		Gesamtverkehrsfläche Strasse MIV nach Belastungskategorien (SN 640 986)	m ² IA			
1.2.1.2			m ² IB			
1.2.1.3			m ² IC			
1.2.1.4			m ² II			
1.2.1.5			m ² III			
1.2.1.6			m ² IV			
1.2.2		Gesamtverkehrsfläche Langsamverkehr (Trottoir, Fusswege, Radwege)	m ²			

Jahr 0

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail 1=gemessen 2=geschätzt 3=keine Angaben 4=nicht vorhanden	Bemerkungen
1.3.1	Verkehrsflächen Dritter	Werden Verkehrsflächen Dritter betrieben (nicht Gemeindestrassen), sind diese in den Bemerkungen zu erläutern: bspw. "nur Reinigung", "nur Winterdienst" etc.	m ²			
1.4.1	Plätze	Neben den "reinen" Verkehrsflächen sind auch befestigte Nebenflächen und Plätze zu berücksichtigen.	m ² Plätze			
1.4.2		ergänzende Parkplatzflächen, welche nicht bereits in der Verkehrsfläche erfasst sind;	m ² Parkplätze			
1.5.1	Kunstabauten	werden Parkplätze separat bewirtschaftet im Sinn von separierter Kostenstelle -> in Bemerkungen erwähnen Anzahl	Anzahl Tunnel			
1.5.2			Anzahl Unterführungen			
1.5.3			Anzahl Brücke			
1.5.4			Anzahl Galerien			
1.6.1.1	Laufmeter Kunstbauten	Laufmeter Brücken, Tunnels und Galerien sind (wenn vorhanden) zu differenzieren.	m' Tunnel			
1.6.1.2	Brücken, Unterführungen, Tunnel, Galerien		m' Unterführungen			
1.6.1.3			m' Brücke			
1.6.1.4			m' Galerien			
1.6.2.1	Fläche Kunstbauten	Verkehrsflächen auf Brücken, in Tunnels und Galerien sind (wenn vorhanden) zu differenzieren.	m ² Tunnel			
1.6.2.2	Brücken, Unterführungen, Tunnel, Galerien		m ² Unterführungen			
1.6.2.3			m ² Brücke			
1.6.2.4			m ² Galerien			
1.7.1	Stützbauwerke	Stützmauern werden betrachtet, wenn sie eine statische Funktion im Zusammenhang mit der Strasse haben	Anzahl Stützmauer			
1.7.2			m' Stützmauer			
1.7.3		Fläche der Stützmauern	m ²			

Jahr 0

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail 1=gemessen 2=geschätzt 3=keine Angaben 4=nicht vorhanden	Bemerkungen
1.8.1	Strassenentwässerung Schächte	In urbane Gebiete erfolgt die Strassenentwässerung i.d.R. über Entwässerungsschächte (Sammler) wohingegen in siedlungsferne Gebiete über die Schulter bzw. Entwässerungsrinnen für den Oberflächenabfluss sorgen.	Anzahl Schächte (Sammler)			
1.8.2	Leitungen	Entwässerungsleitungen explizit für die Strasse - falls diese nicht in der Kanalisation landen	m' Entwässerungs- leitungen in der Strasse			
1.8.3			m' Entwässerungsrinnen entlang der Strasse			
1.9	Siedlungsstruktur	Es ist zu unterscheiden, ob sie die Strassen im Siedlungsgebiet (innerorts) oder ausserhalb des Siedlungsgebietes (ausserorts) befinden. Als Differenzierung kann der Zonenplan herangezogen werden oder eine Abschätzung erfolgen. Bezieht sich auf die Strasse MIV	m ² -Strasse innerorts der Gesamt-verkehrsfläche (= im überbauten Gebiet gemäss Zonenplan)			
1.10.1	Höhenlage	Verkehrsfläche bzw. Laufmeter nach Höhenlage einteilen (Kategorien). Bezieht sich auf die Strasse MIV	m ² Strasse < 500 M. ü. M.			
1.10.2			m ² Strasse zw. 500 und 999 M.ü.M.			
1.10.3			m ² Strasse zw. 1'000 und 1'499 M.ü.M.			
1.10.4			m ² Strasse > 1'500 M.ü.M.			
1.11.1	Netzbelastung	Einteilung des ganzen Strassennetzes in Verkehrslastklassen (vgl. Fachapplikation EMSG) Bezieht sich auf die Strasse MIV	m ² Strasse T1			
1.11.2		Verkehrslastklassen vgl. SN 640 320 "Dimensionierung, äquivalente Verkehrslast"	m ² Strasse T2			
1.11.3			m ² Strasse T3			
1.11.4			m ² Strasse T4			
1.11.5			m ² Strasse > T4			

Jahr 0

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
1.12.1	Netzbelastung Schwerverkehr	Zuweisung des Schwerverkehrsanteils; Anteil Strassen mit mehr als 100 Lastwagen pro Arbeitstage.	m ² Strasse Strassen			
1.13.1	Öffentlicher Verkehr (OeV)	Schienen- und strassengebundener OeV belastet das Netz unterschiedlich. Bezieht sich auf die Strasse MIV	m ² Strasse Strassennetz mit Tram			
1.13.2			m ² Strasse Strassennetz mit Busbetrieb			
1.14.1	Netzcharakteristik bzw. Netzgeometrie	Netzcharakter der horizontalen Linienführung - unterschiedliche Kurvigkeit:	m ² Strasse Strassen in Altstadt und Dorfzonen (gewachsene Geometrie)			
1.14.2		Während in Altstädten und historischen Dorfkernen die Strassen eher verwinkelt und kurvig sind, sind in neueren entwickelten Quartieren die Strassen optimiert auf gute Raumschliessung ausgelegt; verbindende Strassen von Zentrum zu Zentrum passen sich oftmals den geographischen Verhältnissen an und sind nach Möglichkeit weniger kurvig (zuweilen mit höherem Geschwindigkeitsniveau); die Geographie kann aber auch eine höhere Kurvigkeit vorgeben in schwierigerem Gelände.	m ² Strasse Strassen mit geplanter Geometrie in Siedlungen			
1.14.3			m ² Strasse Strassen mit verbindendem Charakter			
1.14.4			m ² Strasse Strassen mit geographiebedingter Kurvigkeit			
1.15.1	Netzgeometrie	Annahme: die Abnutzung nimmt mit zunehmender Steigung zu, was zu höheren der Betriebs- und Unterhaltsmassnahmen führt.	m ² Strasse mit weniger als 5% Steigung			
1.15.2			m ² Strasse mit 5 bis 8% Steigung			
1.15.3			m ² Strasse mit mehr als 8 % Steigung			

Jahr 0

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail 1=gemessen 2=geschätzt 3=keine Angaben 4=nicht vorhanden	Bemerkungen
1.16.1	Strassenoberfläche (Deckschicht)	Die Oberfläche der Verkehrsfläche bestimmt den Aufwand für Betrieb und Unterhalt mit. Es wird unterschieden in eine befestigte oder unbefestigte Oberflächen.	m ² Oberfläche in Belag			
1.16.2			m ² Oberfläche Verbundsteine (oder ähnlich)			
1.16.3			m ² chaussiert			
1.17.1	Strassenuntergrund / Komplexität	Weitere Netzwerke in der Strasse führen zu zusätzlichen Aufbrucharbeiten infolge Wartungsarbeiten an diesen Netzwerken (Wasser, Abwasser, etc.), dies beeinflusst die Dauerhaftigkeit und somit auch den Betrieb und Unterhalt der Strassen. Netzwerke wie Wasser, Abwasser, Gas, Strom, Telekommunikation etc.	m ² Strasse / Verkehrsfläche ohne andere Netzwerke im Unterbau			
1.17.2			m ² Strasse Strassennetz mit 1 bis 3 Netzwerken im Strassennetz			
1.17.3			m ² Strasse Strassennetz mit mehr als 3 Netzwerken im Strassennetz			

Kap. 2 Betriebswirtschaftliche Merkmale

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Jahr		Bemerkungen
				Wert	0	
2.1.1	Personal	Die Anzahl Mitarbeiter (MA) für Betrieb und Unterhalt im operativen Bereich (kl. baulicher Unterhalt, Grünpflege, Reinigung, Winterdienst) wenn vorhanden Organigramm abgeben	Total Anzahl operative MA			
2.1.2			Betrieb und Unterhalt Gemeindestrassen			
2.1.3			Anzahl MA kl. baulicher Unterhalt und Inspektion			
2.1.4			Anzahl MA Reinigung			
2.1.5			Anzahl MA Grünpflege			
2.1.6			Anzahl MA Winterdienst			
2.1.7		Bemerkung: falls nicht separat erfasst im Bereich kl. baul. Unterhalt aufführen	Anzahl MA Beleuchtung und techn. Dienste			
2.1.8		Anzahl Mitarbeiter im Bereich Führung, Verwaltung und Controlling (Overhead-Aufgaben)	Total MA Overhead			
2.1.9			Anzahl MA Führung			
2.1.10			Anzahl MA Controlling			
2.1.10			Anzahl MA Verwaltung			
2.2.1	Personalkosten	Kostenposition für die Positionen des Betriebes und Unterhalt. (allenfalls total Std x Einheitskosten)	Total Personalkosten CHF			
2.2.2			CHF kleiner baulicher Unterhalt			
2.2.3			Bereich Reinigung			
2.2.4			Bereich Grünpflege			
2.2.5			Bereich Winterdienst			
2.2.6			Bereich Beleuchtung und techn. Dienste (falls nicht trennbar im bereich kl. baul. Unterhalt aufführen)			
2.2.7			Bereich Führung			
2.2.8			Bereich Controlling			
2.2.9			Bereich Verwaltung			
2.3.1	Personalaufwand (Zeit)	Stundenerfassung für Positionen für Betrieb und Unterhalt.	Total Zeitaufwand Std.			

Jahr 0

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
2.3.2		Zeitaufwand nach Bereich kleiner baulicher Unterhalt und Inspektionen	Std. kleiner baulicher Unterhalt und Inspektionen		1=gemessen 2=geschätzt 3=keine Angaben 4=nicht vorhanden	
2.3.3		Bereich Reinigung	Std. Reinigung			
2.3.4		Bereich Grünpflege	Std. Grünpflege			
2.3.5		Bereich Winterdienst	Std. Winterdienst			
2.3.6		Bereich Beleuchtung und techn. Dienste im Bereich kl. baul. Unterhalt durchführen)	Std. Beleuchtung und techn. Dienste			
2.3.7		Bereich Führung	Std. Führung			
2.3.8		Bereich Controlling	Std. Controlling			
2.3.9		Bereich Verwaltung	Std. Verwaltung			
2.4.1	Fremdleistungen (ohne Erneuerung und Neubau)	Einkauf von Dienstleistungen (buy statt make) monetarisiert für Fremdleistungen beim kl. baulichen Unterhalt	CHF für Fremdleistungen beim kl. baulichen Unterhalt			
2.4.2		Kosten für Fremdleistungen bei der Reinigung	CHF für Fremdleistungen bei der Reinigung			
2.4.3		Kosten für Fremdleistungen bei der Grünpflege	CHF für Fremdleistungen bei der Grünpflege			
2.4.4		Kosten für Fremdleistungen beim Winterdienst	CHF für Fremdleistungen beim Winterdienst			
2.4.5		Kosten für Fremdleistungen bei der Beleuchtung	CHF für Fremdleistungen bei der Beleuchtung			
2.4.6		Kosten für Fremdleistungen bei Verkehrsregelanlagen (Lichtsignalanlagen etc.)	CHF für Fremdleistungen bei Verkehrsregelanlagen (Lichtsignalanlagen etc.)			
2.4.7		Kosten für Fremdleistungen bei Markierung	CHF für Fremdleistungen bei Markierung			

Jahr 0

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
2.5.1	Fahrzeug- und Gerätepark	Der Fahrzeugpark ist unterschiedlich und zweckbestimmt zusammengesetzt.	Anzahl Fahrzeuge		1=gemessen 2=geschätzt 3=keine Angaben 4=nicht vorhanden	
2.5.2		insbesondere	Anzahl Wischmaschinen			
2.5.3		Liste jeweils separat abgeben	Anzahl Gerätschaften			
2.5.4		insbesondere Schneepflüge	Anzahl Schneepflüge			
2.5.5		Salzstreuer	Anzahl Salzstreuer			
2.6.1	Unterhalt Fahrzeugpark und Maschinen	Unterhalts- und Betriebskosten für den Fahrzeugpark nach Fahrzeugen und Maschinen	Total CHF Unterhaltskosten Fahrzeugpark			
2.6.2	Betriebsstoffe	Kosten Betriebsstoffe	Totalkosten CHF Fahrzeugpark			
2.6.3	Fahrzeuge im Eigentum	Es stellt sich die Frage bezüglich Eigentum	%-Anteil eigener Fahrzeuge			
2.7.1	Betriebsstunden bzw. Kilometerleistung	Betriebsstunden der Fahrzeuge	Betriebsstunden			
2.7.2			Km-Leistung			
2.7.3		Reinigung: Betriebsstunden Reinigungsmaschinen bzw. Wischmaschine	Anzahl Betriebsstunden			
2.8.1	Sachmittel	Sachmittelkosten (Verbrauchsmaterial, Ausrüstung Mitarbeiter etc.).	Total Sachkosten CHF			
2.8.2		Sachkosten kl. baulicher Unterhalt	CHF Sachmittel kl. baulicher Unterhalt			
2.8.3		Sachkosten Reinigung	CHF Sachmittel Reinigung			
2.8.4		Sachkosten Grünpflege	CHF Sachmittel Grünpflege			
2.8.5		Sachkosten Winterdienst	CHF Sachmittel Winterdienst			
2.8.6		Sachkosten Beleuchtung	CHF Sachmittel Beleuchtung			
2.8.7		Sachkosten techn. Dienste (Signale, Markierung, Leit- und Sicherheitseinrichtungen, techn. Einrichtungen etc.)	CHF Sachmittel techn. Dienste			
2.8.8		Salzverbrauch	Tonnen im Jahr			

Kap. 3 Zustand der technischen Infrastruktur

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Jahr		Bemerkungen
				Wert	0	
3.1.1	Alter der Verkehrsfläche	Das Alter der Strassen kann ein Hinweis bezüglich Aufwand für Betrieb und Unterhalt geben. Als Abgrenzung dienen Massnahmen der Erneuerung bzw. der Instandsetzung. Das heisst grossflächige Massnahmen beim Einbau von Trag-, Binder- und Deckschicht.	Durchschnittsalter des Strassennetzes			
3.1.2		Anteil der Verkehrsflächen in Alterskategorien einteilen	%-Anteil der Verkehrsfläche < 5 Jahre (2010 - heute)			
3.1.3			%-Anteil der Verkehrsfläche zw. 5 und 15 Jahren (2000 - 2009)			
3.1.4			%-Anteil der Verkehrsfläche > 15 Jahre (vor 2000)			
3.2.1	Zustand der Verkehrsfläche	Der Zustand der Strassen kann ein Hinweis bezüglich Aufwand für Betrieb und Unterhalt geben; die Ermittlung der Datenlage ist aufwendig und muss regelmässig wiederholt werden. Als Kennwert wird der Zustandsindex IO verwendet.	IO Durchschnittszustand des Strassennetzes			
3.2.2		Einschätzung der Anteile der Verkehrsfläche nach Zustand IO:	%-Anteil mit Zustand IO: 0 bis 0.9			
3.2.3			%-Anteil mit Zustand IO: 1.0 bis 1.9			
3.2.4			%-Anteil mit Zustand IO: 2.0 bis 2.9			
3.2.5			%-Anteil mit Zustand IO: 3.0 bis 3.9			
3.2.6			%-Anteil mit Zustand IO: 4.0 bis 5.0			
3.3.1	Alter der Kunstbauten	Für Kunstbauten (Tunnel, Brücken, Galerien, Stützbauwerke) kann der letzte Zeitpunkt für die Erneuerung bzw. der Instandsetzung oder natürlich dem Neubau herangezogen werden.	Durchschnittsalter Tunnels (Jahre)			

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Jahr		Bemerkungen
				Wert	0	
3.3.2		Bspw. Belagsersatz, Teilersatz / Erneuerung von massgebenden Bauteilen (etc.), welche die Lebensdauer auf einen bestimmten Zeitpunkt ermöglichen.	Durchschnittsalter Brücken			
3.3.3			Durchschnittsalter Galerien			
3.3.4			Durchschnittsalter Unterführungen			
3.3.5			Durchschnittsalter Stützmauern			
	Zustand der Brücken	Die Bewertung des Zustandes der Brücken richtet sich nach den vom ASTRA verwendeten Zustandsklassen für die Kunstbauten: "1" guter Zustand : keine / geringfügige Schäden "2" akzeptabler Zustand : unbedeutende Schäden "3" beschädigter Zustand : bedeutende Schäden "4" schlechter Zustand : grosse Schäden "5" alarmierender Zustand : die Sicherheit ist gefährdet				
3.4.1			%-Anteil Zustandskl. 1			
3.4.2			%-Anteil mit Zustandskl.2			
3.4.3			%-Anteil mit Zustandskl. 3			
3.4.4			%-Anteil mit Zustandskl. 4			
3.4.5			%-Anteil Brücken mit Zustandskl. 5			
3.5.1	Zustand der Tunnels	Die Bewertung des Zustandes der Tunnels richtet sich nach den vom ASTRA verwendeten Zustandsklassen für die Kunstbauten:	%-Anteil Tunnels mit Zustandskl. 1			
3.5.2			%-Anteil Zustandskl. 2			
3.5.3			%-Anteil mit Zustandskl.3			
3.5.4			%-Anteil mit Zustandskl. 4			
3.5.5			%-Anteil mit Zustandskl. 5			
3.6.1	Zustand der Galerien	Die Bewertung des Zustandes der Galerien richtet sich nach den vom ASTRA verwendeten Zustandsklassen für die Kunstbauten:	%-Anteil Galerien mit Zustandskl. 1			

Jahr 0

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail 1=gemessen 2=geschätzt 3=keine Angaben 4=nicht vorhanden	Bemerkungen
3.6.2			%-Anteil Zustandskl. 2			
3.6.3			%-Anteil mit Zustandskl.3			
3.6.4			%-Anteil mit Zustandskl. 4			
3.6.5			%-Anteil mit Zustandskl. 5			
3.7.1	Zustand der Unterführungen	Die Bewertung des Zustandes der Unterführungen richtet sich nach den vom ASTRA verwendeten Zustandsklassen für die Kunstbauten:	%-Anteil Unterführungen mit Zustandskl. 1			
3.7.2			%-Anteil Zustandskl. 2			
3.7.3			%-Anteil mit Zustandskl.3			
3.7.4			%-Anteil mit Zustandskl. 4			
3.7.5			%-Anteil mit Zustandskl. 5			
3.8.1	Zustand der Stützmauern	Die Bewertung des Zustandes der Stützmauern richtet sich nach den vom ASTRA verwendeten Zustandsklassen für die Kunstbauten:	%-Anteil Stützmauern mit Zustandskl. 1			
3.8.2			%-Anteil Zustandskl. 2			
3.8.3			%-Anteil mit Zustandskl.3			
3.8.4			%-Anteil mit Zustandskl. 4			
3.8.5			%-Anteil mit Zustandskl. 5			

Kap. 4 Leistungsniveaus

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Jahr		
				Wert	Detail	Bemerkungen
					0	
4.1.1	Reinigung	Innerhalb des Gemeindegebietes gibt es unterschiedliche Anforderungen an die Reinigung. Diese sind in Strategien oder direkt in Leistungsniveaus bzw. Service Levels definiert (Häufigkeit).	m ² Verkehrsflächen mit täglicher Reinigung			
4.1.2			m ² Verkehrsflächen mit wöchentlicher Reinigung			
4.1.3			m ² Verkehrsflächen mit 2 wöchentlicher Reinigung			
4.1.4			m ² Verkehrsflächen mit monatlicher Reinigung			
4.1.5			m ² Verkehrsflächen ohne Reinigungsarbeiten vorgesehen			
4.2	Reinigung	Reinigung maschinell oder von Hand (flächenbezogen)	m ² Fläche Reinigung maschinell			
4.3.1	Reinigung Strassenentwässerung	Reinigung Strassenentwässerung-Schächte (Schlamm-samm-ler, Einlaufschächte) (Anforderungen an die Häufigkeit).	Anzahl Schächte mit Reinigung weniger als 1x pro Jahr			
4.3.2			Anzahl Schächte Reinigung 1x pro Jahr			
4.3.3			Anzahl Schächte Reinigung mehr als 1x pro Jahr			
4.3.4		Reinigung Strassenentwässerung- Leitungen und Rinnen (Anforderungen an die Häufigkeit).	Laufmeter mit Reinigung weniger als 1x pro Jahr			
4.3.5			Laufmeter mit Reinigung 1x pro Jahr			
4.3.6			Laufmeter mit Reinigung mehr als 1x pro Jahr			

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Jahr		Bemerkungen
				Wert	0	
4.3.7	Reinigung / Entsorgung Abfalleimer	Regelmässigkeit der Leerung von Abfalleimern	Anzahl Abfalleimer welche täglich geleert werden			
4.3.8			Anzahl Abfalleimer welche wöchentlich geleert werden			
4.3.9			Anzahl Abfalleimer welche monatlich geleert werden			
4.3.10			Anzahl Abfalleimer mit abweichendem Leerungsintervall			
4.4.1	Grünpflege		Verschiedene Arten von Grünflächen in Strassenparzellen erfordern unterschiedliche Bearbeitungsformen und Bearbeitungstiefen.	m ² Grünfläche mit Intensivpflege Grünpflege (bspw. Wechselflor) > 5 Mal pro Jahr		
4.4.2		m ² Grünfläche mit Grünpflege 2 bis 5 Mal im Jahr				
4.4.3		m ² Grünfläche mit Grünpflege 1x und weniger im Jahr				
4.5	Grünpflege	Grünpflege maschinell oder von Hand.	%-Anteil Grünpflege maschinell			
4.6.1	Winterdienst	Die Anforderungen an den Winterdienst sind entsprechend zu definieren (VSS Norm SN 640 761b)	m ² Verkehrsfläche welche schwarz geräumt werden; Standard A			
4.6.2			m ² Verkehrsfläche -flächen welche verzögert schwarz geräumt werden; Standard B			

Jahr 0

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail 1=gemessen 2=geschätzt 3=keine Angaben 4=nicht vorhanden	Bemerkungen
4.6.3			m ² Verkehrsfläche welche weiss geräumt werden; Standard C			
4.6.4			m ² Verkehrsfläche ohne Winterdienst; Standard D			
4.7.1	Leistungsniveau beim kleinen baulichen Unterhalt	Ausserordentliche Ereignisse, welche sicherheitsrelevant die Nutzung einer Anlage (Verkehrsfläche oder Kunstbaute) beeinträchtigen, erfordern eine Priorisierung.	%-Anteil Massnahmen, welche innert einer Woche erledigt sind			
4.7.2		Andere Massnahmen (Reparaturen) sind weitestgehend zeitlich planbar.	%-Anteil Massnahmen, welche innert eines Monats erledigt sind			

Kap. 5 Streckenausrüstung und Nebenflächen

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Jahr		Bemerkungen
				Wert	0	
5.1.1	Beleuchtung	Die Anzahl der Strassenbeleuchtung gibt einen Anhaltspunkt über den Handlungsbedarf. Betrieb und Unterhalt der Strassenbeleuchtung ist unterschiedlich geregelt.	Anzahl Strassenleuchten			
5.1.2		Stromverbrauch	kWh/Jahr			
5.2.1	Verkehrsregelungsanlagen / Lichtsignalanlagen	Betrieb und Unterhalt der Verkehrsregelungsanlagen (VRA) ist unterschiedlich geregelt - insbesondere der Aspekt der verkehrstechnischen Betreuung.	Anzahl Lichtsignalanlagen (Verkehrsknoten, Fussgängerstreifen etc.)			
5.2.2			Anzahl weitere Anlagen (Poller, etc).			
5.3.1	Signale, Markierungen und Leiteinrichtungen	Anzahl, Art und Umfang von Signalen, Markierungen und Leiteinrichtungen bestimmt weitestgehend den Unterhalt diese Strassenausrüstung.	Anzahl Signale bzw. Signalstandorte			
5.3.2		festmontierte Leiteinrichtungen - Def. vgl. SN 640 822: Leitpfosten, Leitfeile, Inselepfosten, Leitmarken, Leitbaken, Verkehrsteiler	Anzahl Leiteinrichtungen			
5.4.1	Möblierung im Strassenraum und auf Plätzen	Die Möblierung ist i.d.R. nicht standardisiert; der Aufwand ist somit auch nicht einheitlich geregelt.	Anzahl Bänke			
5.4.2			Anzahl Unterstände (bspw. Haltestelle OeV)			
5.4.3			Anzahl Brunnen			
5.4.4			Anzahl Entsorgungsstellen			
5.4.5			Anzahl Abfalleimer			
5.4.6			Robi-Dog-Behälter			
5.5.1	Infrastruktur öffentlicher Verkehr	Anzahl Haltekannten (i.d.R. hat jede Haltestelle 2 Haltekannten; je eine pro Richtung)	Anzahl Haltekannten bei Tramhaltestellen			
5.5.2			Anzahl Haltekannten bei Bushaltestelle			
5.5.3			Anzahl Bus-haltebuchten			

Jahr 0

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail 1=gemessen 2=geschätzt 3=keine Angaben 4=nicht vorhanden	Bemerkungen
5.6.1	Grünflächen	Grünflächen / Rabatten in der Strassenparzelle gehören zum Strassenraum, da diese die Verkehrssicherheit beeinflussen können (bspw. Sichtweiten). Werden die Grünflächen durch eine andere Organisationseinheit (Stadtgärtnerei) unterhalten ist dies zu vermerken!	m ² Grünflächen / Rabatten			
5.6.2	Grünfläche / Bäume	Bäume im Bereich der Strassen müssen ebenfalls gepflegt werden, beispielsweise um die Verkehrssicherheit sicher zu stellen (Sichtweiten)	Anzahl Bäume			
5.7.1	Räume und Flächen	Zur Erledigung der Arbeiten, zur Lagerung der Gerätschaften und für Fahrzeuge sind verschiedene Dienstflächen notwendig.	m ² Büroflächen			
5.7.2			m ² Werkstätten			
5.7.3			m ² Lagerflächen innen / Hallen			
5.7.4			m ² Lagerflächen aussen / Plätze			

Kap. 6 Meteo- und Klimatische Bedingungen

Nr.	Merkmal	Kommentar	Jahr		Bemerkungen
			Einheit	Werte	
6.1.1	Temperatur +	Temperatur in den Extremen wirkt sich auf die Struktur aus. Zudem ist die Dauer der Wirkung von Bedeutung.	Höchsttemperatur	0	
6.1.2	Temperatur -		Anzahl Tage über 30°C*		
6.2.1			Tiefsttemperatur		
6.2.2			Anzahl Tage unter 0°C*		
6.3	Klima Frostwechsel	Frostwechsel (Tages min unter 0°C und Tages Max über 0°C)	Frostwechsel		
6.4.1	Niederschläge Regen	Niederschläge können zu höherem Aufwand für Betrieb und Unterhalt führen; -> Schneefall führt zu einem grösseren Umfang im Winterdienst; -> Regen führt zu einem erhöhtem Oberflächenabfluss, was zu einem grösseren Reinigungsbedarf führt (Schutt auf der Strasse, Reinigung von Entwässerungsanlagen).	Anzahl Tage mit > 20mm* Regen		
6.4.2			Anzahl Tage mit > 10mm* Regen		
6.5	Niederschläge Schnee		Anzahl Tage mit 1cm* Schneefall		

Anhang F. Fragebogen Hauptuntersuchung Privatbahnen

Teilnehmende Privatbahnen:

Bern Lötschberg Simplon BLS	Appenzellerbahn AB
Matterhorn Gotthard Bahn MGB	Frauenfeld-Wil-Bahn FWB
Schweizerische Südostbahn SOB	Montreux-Berneroberrland Bahn MOB
Sihltal Zürich Uetlibergbahn SZU	Rhätische Bahn RhB
Transports Public de la Region Lausannoise TL	Transports Montreux-Vevey-Riviera MVR
Verkehrsbetriebe Glatttal VBG	
Zentralbahn zB	

KTI Forschungsprojekt EFFIN

Effizienter Betrieb und Unterhalt der technischen Infrastruktur

Fragebogen Privatbahnen

Transportunternehmung (TU)

TU_id

Erfassungsjahr der Daten

Ort:

Datum:

Verfasser:

jjjj
tt.mm.jjjj

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1	Grunddaten
Kapitel 2	Betriebswirtschaftliche Merkmale
Kapitel 3	Strecken- bzw. Netzcharakteristiken
Kapitel 4	Zustand der technischen Infrastruktur und Störungen
Kapitel 5	Leistungsniveaus
Kapitel 6*	Meteo- und klimatische Bedingungen

* Kapitel 6 ist optional, falls die Daten bei der Transportunternehmung vorhanden sind, können diese eingetragen werden, anderenfalls werden die Angaben bei Meteoschweiz beschafft.

Versionskontrolle

Version	Historie / Status	Datum	Autor/in
H1.0	Fragebogen für die Hauptuntersuchung	03-08-15	Senn et al

Kap. 1 Grunddaten

		Jahr:					
Nr. neu	Bau / EA	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
1.1	B	Hauptgeleise km	Hauptgleise (HG) umfassen die durchgehenden Gleise für Zugfahrten in den Stationen und auf den Strecken. Doppelspurabschnitte werden doppelt gezählt.	km		Bitte ausfüllen	Wert ist Teil des Standardreportings ans BAV
1.2	B	Nebengeleise	Nebengeleise sind alle übrigen Gleise. Doppelspurabschnitte werden doppelt gezählt.	km		Bitte ausfüllen	
1.3.1	B	Oberbau in Schotter	Wieviele km Oberbau sind in Schotter?	km		Bitte ausfüllen	
1.3.2	B	Trasse mit PSS	Wieviele km haben eine Planumsschutzschicht (PSS)?	km		Bitte ausfüllen	
1.3.3	B	Schotter auf Asphalt	Wieviele km des Oberbaus in Schotter liegen auf Asphalt bzw. ist die PSS als bituminöse Schutzschicht ausgebildet?	km		Bitte ausfüllen	
1.4	B	Weichen	Anzahl Weichen	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.5.1	B	Zahnstange	Länge Zahnstangenabschnitt	km		Bitte ausfüllen	
1.5.2	B	Zahnstangenweichen	Anzahl Zahnstangenweichen	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.6.1	B	Kunstbauten	Tunnel	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.6.2	B		Tunnel	Laufmeter		Bitte ausfüllen	
1.6.3	B		Tunnel	m ²		Bitte ausfüllen	
1.6.4	B		Brücken	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.6.5	B		Brücken	Laufmeter		Bitte ausfüllen	
1.6.6	B		Brücken	m ²		Bitte ausfüllen	
1.6.7	B		Durchlässe	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.6.8	B		Durchlässe	Laufmeter		Bitte ausfüllen	
1.6.9	B		Stützbauwerke	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.6.10	B		Stützbauwerke	Laufmeter		Bitte ausfüllen	
1.6.11	B		Galerien	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.6.12	B		Galerien	Laufmeter		Bitte ausfüllen	
1.6.13	B		Galerien	m ²		Bitte ausfüllen	
1.7.1	B	Publikumsanlagen	Bahnhöfe / Haltestellen bedient	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.7.2	B		Bahnhöfe / Haltestellen unbedient	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.7.3	B		Bahnhöfe / Haltestellen mit 1 Gleis	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.7.4	B		Bahnhöfe / Haltestellen mit 2 Gleisen	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.7.5	B		Bahnhöfe / Haltestellen mit mehr als 2 Gleisen	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.7.6	B		Fläche Perronkörper	m ²		Bitte ausfüllen	

Jahr:

Nr. neu	Bau / EA	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
1.7.7	B		Fläche Perrondächer	m ²		Bitte ausfüllen	
1.7.8	B		Fläche öffentl. Aufenthaltsbereiche (bspw. Vorplatz von Bhf)	m ²		Bitte ausfüllen	
1.7.9	B		Fahrzeugabstellplätze (Parkplätze)	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.7.10	B		Lagerplätze (Fläche)	m ²		Bitte ausfüllen	
1.8.1	B	Werkstätten, Dienstgebäude und Büros	Anzahl Anlagen bzw. Werkstätten für Unterhalt und Instandhaltung der Infrastruktur	Anzahl Werkstätten		Bitte ausfüllen	
1.8.2	B	(ohne Aufgaben für den Betrieb des Rollmaterial)	Dienstgebäude im Gebrauch für Unterhalt und Instandhaltung der Infrastruktur	Anzahl Dienstgebäude		Bitte ausfüllen	
1.8.3	B		Flächen	m ² Werkstätten		Bitte ausfüllen	
1.8.4	B			m ² Dienstgebäude		Bitte ausfüllen	
1.8.5	B			m ² Büroflächen		Bitte ausfüllen	
1.9	B	Grünflächen / Böschungen	Grünflächen / Böschungen im Geleiseperimeter und bei Publikumsanlagen.	m ² Grünflächen		Bitte ausfüllen	
1.10.1	B	Bäume	Bäume im Geleiseperimeter und bei Publikumsanlagen müssen ebenfalls gepflegt werden. Die Bäume müssen in Bezug zum Geleiseperimeter (=Eisenbahnparzelle) sein.	Anzahl Einzelbäume		Bitte ausfüllen	
1.10.2	B		Fläche (Schutz-) Wald im Bahnperimeter	m ² (Schutz-) Wald		Bitte ausfüllen	
1.11.1	EA	Bahnstromanlagen	Fahrlleitung	Laufmeter		Bitte ausfüllen	
1.11.2	EA		Unterwerke	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.11.3	EA		Schaltposten	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.11.4	EA		Leitsystem	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.11.5	EA		Transformatoren	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.11.6	EA		Gleichrichter	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.11.7	EA		Umrichter und Umformer	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.11.8	EA		Übertragungsleitung	Laufmeter		Bitte ausfüllen	
1.12.1	EA	Sicherungsanlagen	Stellwerke	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.12.2	EA		Zugsbeeinflussung	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.12.3	EA		Zugkontrollrichtungen	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.12.4	EA		Signale bzw. Signalstandorte	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.12.5	EA		Bahnübergänge / Niveauübergänge mit Schranken	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.12.6	EA		Bahnübergänge / Niveauübergänge ohne Schranken	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1.12.7	EA		Bahnübergänge / Niveauübergänge befahrbar	Anzahl		Bitte ausfüllen	

Jahr:

Nr. neu	Bau / EA	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
1:12.8	EA		Bahnübergänge / Niveauübergänge nicht befahrbar	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1:13.1	EA	Elektrische Anlagen (Niederspannungs- und Telekomanlagen)	Telekommunikationsanlagen	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1:13.2	EA		Datenkommunikation	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1:13.3	EA		Kundeninformationssysteme (Anzeigeinheiten)	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1:13.4	EA		Uhrenanlagen	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1:13.5	EA		Heizungen (Weichen-, Begleit- und Raumheizungen)	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1:13.6	EA		Licht: Beleuchtung aussen/innen; Tunnel- und Gleisbeleuchtung	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1:13.7	EA		Betriebsleitstelle	Anzahl		Bitte ausfüllen	
1:13.8	EA		Lifte, Rolltreppen	Anzahl		Bitte ausfüllen	

Kap. 2 Betriebswirtschaftliche Merkmale

		Jahr:					
Nr. neu	Bau / EA	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
2.1.1	B	Personal Infrastruktur Bau	Die Anzahl Mitarbeiter (MA) für den Unterhalt des Infrastrukturbereichs Bau (im operativen Bereich: Überwachung, Reparaturen und Instandhaltung von Kunstbauten, Fahrbahn, Publikumsanlagen und Grünpflege, Reinigung, Winterdienst)	Total Anzahl operative MA Bau		Bitte ausfüllen	Organigramm der Organisation Infrastruktur kann ergänzend abgegeben werden
2.1.2	EA	Personal Infrastruktur Elektroanlagen	Die Anzahl Mitarbeiter (MA) für den Unterhalt des Infrastrukturbereichs EA (im operativen Bereich: Überwachung, Reparaturen und Instandhaltung von Bahnstromanlagen, Sicherungsanlagen und elektrische Anlagen)	Total Anzahl operative MA EA		Bitte ausfüllen	
2.1.3		Overhead	Anzahl Mitarbeiter im Bereich Führung, Verwaltung und Controlling (Overhead-Aufgaben).	Anzahl MA Führung		Bitte ausfüllen	
2.1.4			Unterstützung / Assistenz in Führung und Controlling	Anzahl MA Controlling		Bitte ausfüllen	
2.1.5			Unterstützung / Assistenz in Führung und Controlling	Anzahl MA Verwaltung		Bitte ausfüllen	
		Personalaufwand (Kosten)	für den Unterhalt des Infrastrukturbereichs im operativen Bereich (Überwachung, Reparaturen und Instandhaltung):				
2.2.1	B		Unterhalt Kunstbauten	CHF		Bitte ausfüllen	
2.2.2	B		Unterhalt Fahrbahn	CHF			
2.2.2.1	B		Unterhalt maschinelles Stopfen und Planieren	CHF		Bitte ausfüllen	
2.2.2.2	B		Unterhalt Schienen schleifen	CHF		Bitte ausfüllen	
2.2.2.3	B		Unterhalt Weichen und/ oder Zahnstangen	CHF		Bitte ausfüllen	
2.2.2.4	B		Unterhalt Fahrban allgemein / nicht differenzierbar	CHF		Bitte ausfüllen	
2.2.3	B		Unterhalt Publikumsanlagen	CHF		Bitte ausfüllen	
2.2.4	B		Winterdienst	CHF		Bitte ausfüllen	
2.2.5	B		Reinigung	CHF		Bitte ausfüllen	
2.2.6	B		Vegetation / Grünpflege	CHF		Bitte ausfüllen	
2.2.7	EA		Unterhalt Bahnstromanlagen	CHF		Bitte ausfüllen	
2.2.8	EA		Unterhalt Sicherungsanlagen	CHF		Bitte ausfüllen	
2.2.9	EA		Unterhalt elektrische Anlagen (vgl. 1.13)	CHF		Bitte ausfüllen	
2.2.10		Personalaufwand Overhead (Kosten)	Führung	CHF		Bitte ausfüllen	
2.2.11			Controlling	CHF		Bitte ausfüllen	
2.2.12			Unterstützung / Assistenz Führung und Controlling	CHF		Bitte ausfüllen	

Jahr:

Nr. neu	Bau / EA	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
		Personalaufwand (Zeit)	für den Unterhalt des Infrastrukturbereichs im operativen Bereich (Überwachung, Reparaturen und Instandhaltung):				
2.3.1	B		Unterhalt Kunstbauten	Stunden		Bitte ausfüllen	
2.3.2	B		Unterhalt Fahrbahn	Stunden			
2.3.2.1	B		Unterhalt maschinelles Stopfen und Planieren	Stunden		Bitte ausfüllen	
2.3.2.2	B		Unterhalt Schienen schleifen	Stunden		Bitte ausfüllen	
2.3.2.3	B		Unterhalt Weichen und/ oder Zahnstangen	Stunden		Bitte ausfüllen	
2.3.2.4	B		Unterhalt Fahrbahn allgemein / nicht differenzierbar	Stunden		Bitte ausfüllen	
2.3.3	B		Unterhalt Publikumsanlagen	Stunden		Bitte ausfüllen	
2.3.4	B		Winterdienst	Stunden		Bitte ausfüllen	
2.3.5	B		Reinigung	Stunden		Bitte ausfüllen	
2.3.6	B		Vegetation / Grünpflege	Stunden		Bitte ausfüllen	
2.3.7	EA		Unterhalt Bahnstromanlagen	Stunden		Bitte ausfüllen	
2.3.8	EA		Unterhalt Sicherungsanlagen	Stunden		Bitte ausfüllen	
2.3.9	EA		Unterhalt elektrische Anlagen	Stunden		Bitte ausfüllen	
2.3.10		Personalaufwand Overhead (Zeit)	Führung	Stunden		Bitte ausfüllen	
2.3.11			Controlling	Stunden		Bitte ausfüllen	
2.3.12			Unterstützung / Assistenz Führung und Controlling	Stunden		Bitte ausfüllen	
		Fremdleistungen (erbrachte Leistungen durch Dritte)	Einkauf von operativen Leistungen bei der Infrastruktur für				
2.4.1	B		Unterhalt Kunstbauten	CHF		Bitte ausfüllen	
2.4.2	B		Unterhalt Fahrbahn	CHF			
2.4.2.1	B		Unterhalt maschinelles Stopfen und Planieren	CHF		Bitte ausfüllen	
2.4.2.2	B		Unterhalt Schienen schleifen	CHF		Bitte ausfüllen	
2.4.2.3	B		Unterhalt Weichen und / oder Zahnstangen	CHF		Bitte ausfüllen	
2.4.2.4	B		Unterhalt Fahrbahn allgemein / nicht differenzierbar	CHF		Bitte ausfüllen	
2.4.3	B		Unterhalt Publikumsanlagen	CHF		Bitte ausfüllen	
2.4.4	B		Winterdienst	CHF		Bitte ausfüllen	
2.4.5	B		Reinigung	CHF		Bitte ausfüllen	
2.4.6	B		Vegetation / Grünpflege	CHF		Bitte ausfüllen	
2.4.7	EA		Unterhalt Bahnstromanlagen	CHF		Bitte ausfüllen	

Jahr:

Nr. neu	Bau / EA	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
2.4.8	EA		Unterhalt Sicherungsanlagen	CHF		Bitte ausfüllen	
2.4.9	EA		Unterhalt elektrische Anlagen	CHF		Bitte ausfüllen	
2.5.1		Schienerfahrzeugpark für den Infrastrukturdienst	Schienerfahrzeuge (Triebfahrzeuge, Bahndienstwagen und Spezialfahrzeuge wie für Schneeräumung, Fahrleitungsbau etc.) <u>Fahrzeugliste abgeben! Falls Unterscheidung ob Bau oder EA möglich - bitte vermerken</u>	Anzahl		Bitte ausfüllen	
2.5.2		Maschinen	Maschinen und Geräte	Anzahl		Bitte ausfüllen	
2.6.1		Unterhaltskosten Schienenfahrzeugpark und Geräte	Unterhaltskosten für den Schienenfahrzeugpark und Gerätschaften total	CHF			
2.6.2			Triebfahrzeuge	CHF		Bitte ausfüllen	
2.6.3			Bahndienstwagen	CHF		Bitte ausfüllen	
2.6.4			Spezialfahrzeuge (Schneeräumung, Fahrleitung..)	CHF		Bitte ausfüllen	
2.6.5			Geräte	CHF		Bitte ausfüllen	
2.6.6			Allgemein / nicht differenzierbar	CHF		Bitte ausfüllen	
2.7.1		Betrieb Schienenfahrzeuge	Betriebsstunden des Schienenfahrzeugparks	Std. Triebfahrzeuge		Bitte ausfüllen	
2.7.2			(Schneeräumung, Fahrleitung...)	Std. Spezialfahrzeuge		Bitte ausfüllen	
2.8		Strassenfahrzeugpark	Strassenfahrzeuge (Personenwagen, Lieferwagen, Lastwagen und Spezialfahrzeuge) <u>Fahrzeugliste abgeben ! Falls Unterscheidung ob Bau oder EA möglich - bitte vermerken</u>	Anzahl		Bitte ausfüllen	
2.9		Unterhalt Strassenfahrzeugpark und Maschinen	Totale Unterhaltskosten für den Fahrzeugpark Strasse und Maschinen.	Gesamtbetrag CHF		Bitte ausfüllen	
2.10		Betrieb Strassenfahrzeugpark	Totale Kosten Betriebsstoffe	Total Kosten CHF		Bitte ausfüllen	
2.11.1		Sachmittelkosten	Einkauf von Sachmitteln (Verbrauchsmaterial, Ausrüstung Mitarbeiter).				
2.11.2			Sachmittel Bau (Kunstabauten, Fahrbahn, Publikumsanlagen)	CHF			
2.11.2.1			Sachmittel Kunstbauten	CHF		Bitte ausfüllen	
2.11.2.2			Sachmittel Fahrbahn	CHF		Bitte ausfüllen	
2.11.2.3			Sachmittel Publikumsanlagen	CHF		Bitte ausfüllen	
2.11.3			Sachmittel EA (Bahnstromanlagen, Sicherungsanlagen, EA)	CHF			
2.11.3.1			Sachmittel Bahnstromanlagen	CHF		Bitte ausfüllen	

Jahr:

Nr. neu	Bau / EA	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
2.11.3.2			Sachmittel Sicherungsanlagen	CHF		Bitte ausfüllen	
2.11.3.3			Sachmittel EA	CHF		Bitte ausfüllen	
2.11.4			Sachmittel Reinigung	CHF		Bitte ausfüllen	
2.11.5			Sachmittel Winterdienst	CHF		Bitte ausfüllen	
2.11.6			Sachmittel Grünpflege	CHF		Bitte ausfüllen	
2.11.7			Büromaterial / Drucksachen	CHF		Bitte ausfüllen	
2.11.8			Allgemeine Aufwendungen / Sachmittel nicht in anderen Gruppen enthalten (Arbeitskleidung, etc.)	CHF		Bitte ausfüllen	

Kap. 3 Strecken- bzw. Netzcharakteristiken und Belastungen

Jahr:

Nr. neu	Bau / EA	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
3.1		Erreichbarkeit des Gleiskörpers	Es ist zu unterscheiden, ob sich die Geleise im Siedlungsgebiet oder ausserhalb des Siedlungsgebietes befinden. Als Differenzierung kann der Zonenplan herangezogen werden.	%-Anteil der Geleise im Siedlungsgebiet		Bitte ausfüllen	
3.2		Höhenlage	Geleisekilometer nach Höhenlage einteilen; über 1'000 MüM oder darunter.	%-Anteil > 1'000 M.ü.M.		Bitte ausfüllen	Wert ist Teil des Standardreportings ans BAV
3.3		Netzgeometrie: horizontale Linienführung	Kurvenradien unter 500m	%-Anteil		Bitte ausfüllen	
3.4		Netzgeometrie: vertikale Linienführung	Steigungen über 25 ^{-0/00}	%-Anteil		Bitte ausfüllen	
3.5		Netzbelastung: Trassenkilometer bzw. Zugkilometer	Masseinheit für die Bewegung eines Zuges über eine Entfernung von einem Kilometer. Es sind nur die auf dem jeweiligen Netz gefahrenen Zugkilometer relevant.	Anzahl Trassenkilometer bzw. Zugkilometer		Bitte ausfüllen	
3.6		Netzbelastung: Bruttotonnenkilometer	Masseinheit für die Beförderung einer Tonne über eine Entfernung von einem Kilometer, wobei das Gesamtgewicht des Zuges einschliesslich des Triebfahrzeuges und der Beladung gemessen wird. Es ist nur die auf der jeweiligen Infrastruktur zurückgelegte Entfernung zu berücksichtigen.	Anzahl Bruttotonnenkilometer		Bitte ausfüllen	
3.7.1		Netzbelastung: Radsatzlast	Anteil Geleiseabschnitte mit einem noch zu definierenden Wert für die zulässige Radsatzlast (RSL) – massgebend ist die RIV-Streckenklassen-Berechnung ([RIV-SK] Radsatzfahrmasse in Verbindung mit der zulässigen Masse je Längeneinheit)	%-Anteil HGkm mit...			Wert ist Teil des Standardreportings ans BAV
3.7.2	RIV-SK A			Bitte ausfüllen			
3.7.3	RIV-SK B1			Bitte ausfüllen			
3.7.4	RIV-SK B2			Bitte ausfüllen			
3.7.5	RIV-SK C2			Bitte ausfüllen			
3.7.6	RIV-SK C3			Bitte ausfüllen			
3.7.7	RIV-SK C4			Bitte ausfüllen			
				RIV-SK D2	Bitte ausfüllen		
3.8		Belastung: Betriebszeiten	Streckenbezogen wird die Betriebszeit ausgewiesen	%-Anteil HGkm mit Betriebszeiten weniger als 18 Std. (Mo bis Fr)		Bitte ausfüllen	Wert ist Teil des Standardreportings ans BAV
3.9		Belastung: Kapazität pro Tag	Streckenbezogen Anzahl Züge	%-Anteil mit mehr als 50% Auslastung		Bitte ausfüllen	

Kap. 4 Zustand der technischen Infrastruktur und Störungen

		Jahr:					
Nr. neu	Bau / EA	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
4.1.1	B	Alter Fahrbahn (Geleise / Oberbau)	Das Alter der Fahrbahn (Geleise / Oberbau) beeinflusst den Betrieb und Unterhalt.	%-Anteil 0-10 Jahre		Bitte ausfüllen	
4.1.2	B			10 - 20 Jahre		Bitte ausfüllen	
4.1.3	B			20 - 30 Jahre		Bitte ausfüllen	
4.1.4	B			30 - 40 Jahre		Bitte ausfüllen	
4.1.5	B			>40 Jahre		Bitte ausfüllen	
4.2.1	B	Zustand Fahrbahn (Geleise / Oberbau)	Der Zustand der Geleise / Oberbau gibt einen Hinweis auf Betrieb und Unterhalt; Einteilung der HGkm nach Zustandsklassen (ZKI): ZKI 1 guter Zustand : keine / geringfügige Schäden ZKI 2 akzeptabler Zustand: unbedeutende Schäden ZKI 3 beschädigter Zustand: bedeutende Schäden ZKI 4 schlechter Zustand: grosse Schäden ZKI 5 alarmierender Zustand: die Sicherheit ist gefährdet	%-Anteil HGkm ZKI 1		Bitte ausfüllen	
4.2.2	B			%-Anteil HGkm ZKI 2		Bitte ausfüllen	
4.2.3	B			%-Anteil HGkm ZKI 3		Bitte ausfüllen	
4.2.4	B			%-Anteil HGkm ZKI 4		Bitte ausfüllen	
4.2.5	B			%-Anteil HGkm ZKI 5		Bitte ausfüllen	
4.3	B	Alter Weichen	Für Weichen wird letzte Zeitpunkt der Erneuerung gewählt.	Durchschnittsalter in Jahren: Weichen		Bitte ausfüllen	
4.4.1	B	Zustand der Weichen	Einteilung des Zustandes der Weichen und deren Bestandteile in Zustandsklassen.	%-Anteil Weichen mit ZKI 1		Bitte ausfüllen	
4.4.2	B			%-Anteil ZKI 2		Bitte ausfüllen	
4.4.3	B			%-Anteil ZKI 3		Bitte ausfüllen	
4.4.4	B			%-Anteil ZKI 4		Bitte ausfüllen	
4.4.5	B			%-Anteil ZKI 5		Bitte ausfüllen	
4.5.1	B	Alter Kunstbauten	Für Kunstbauten (Tunnel, Brücken, Durchlässe, Galerien, Stützbauwerke) kann der Neubau bzw. letzte Zeitpunkt für die Erneuerung gewählt werden.	Durchschnittsalter in Jahren: Tunnel		Bitte ausfüllen	
4.5.2	B			Brücken		Bitte ausfüllen	
4.5.3	B			Durchlässe		Bitte ausfüllen	
4.5.4	B			Galerien		Bitte ausfüllen	
4.5.5	B			Stützbauwerk		Bitte ausfüllen	
4.6.1	B	Zustand der Tunnels	Einteilung des Zustandes der Tunnels und seiner Bestandteile in Zustandsklassen.	%-Anteil Tunnels mit ZKI 1		Bitte ausfüllen	
4.6.2	B			%-Anteil ZKI 2		Bitte ausfüllen	
4.6.3	B			%-Anteil ZKI 3		Bitte ausfüllen	

Jahr:

Nr. neu	Bau / EA	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
4.6.4	B			%-Anteil ZKI 4		Bitte ausfüllen	
4.6.5	B			%-Anteil ZKI 5		Bitte ausfüllen	
4.7.1	B	Zustand der Brücken	Einteilung des Zustandes der Brücken und seiner Bestandteile in Zustandsklassen.	%-Anteil Brücken mit ZKI 1		Bitte ausfüllen	
4.7.2	B			%-Anteil ZKI 2		Bitte ausfüllen	
4.7.3	B			%-Anteil ZKI 3		Bitte ausfüllen	
4.7.4	B			%-Anteil ZKI 4		Bitte ausfüllen	
4.7.5	B			%-Anteil ZKI 5		Bitte ausfüllen	
4.8.1	B	Zustand von Durchlässen, Unterführungen	Einteilung des Zustandes der Durchlässe und Unterführungen und seiner Bestandteile in Zustandsklassen.	%-Anteil Tunnels mit ZKI 1		Bitte ausfüllen	
4.8.2	B			%-Anteil ZKI 2		Bitte ausfüllen	
4.8.3	B			%-Anteil ZKI 3		Bitte ausfüllen	
4.8.4	B			%-Anteil ZKI 4		Bitte ausfüllen	
4.8.5	B			%-Anteil ZKI 5		Bitte ausfüllen	
4.9.1	B	Zustand der Galerien	Einteilung des Zustandes der Galerien und seiner Bestandteile in Zustandsklassen.	%-Anteil Galerien mit ZKI 1		Bitte ausfüllen	
4.9.2	B			%-Anteil ZKI 2		Bitte ausfüllen	
4.9.3	B			%-Anteil ZKI 3		Bitte ausfüllen	
4.9.4	B			%-Anteil ZKI 4		Bitte ausfüllen	
4.9.5	B			%-Anteil ZKI 5		Bitte ausfüllen	
4.10.1	B	Zustand Stützbawerke	Einteilung des Zustandes der Stützbawerke in Zustandsklassen.	%-Anteil Stützmauern mit ZKI 1		Bitte ausfüllen	
4.10.2	B			%-Anteil ZKI 2		Bitte ausfüllen	
4.10.3	B			%-Anteil ZKI 3		Bitte ausfüllen	
4.10.4	B			%-Anteil ZKI 4		Bitte ausfüllen	
4.10.5	B			%-Anteil ZKI 5		Bitte ausfüllen	
4.11.1	EA	Zustand Bahnstromanlagen (Orientierungshilfe Fahrleitung)	Einteilung des Zustandes sämtlicher Bahnstromanlage in Zustandsklassen.	%-Anteil Bahnstromanlage mit ZKI 1		Bitte ausfüllen	
4.11.2	EA			%-Anteil ZKI 2		Bitte ausfüllen	
4.11.3	EA			%-Anteil ZKI 3		Bitte ausfüllen	
4.11.4	EA			%-Anteil ZKI 4		Bitte ausfüllen	
4.11.5	EA			%-Anteil ZKI 5		Bitte ausfüllen	

Jahr:

Nr. neu	Bau / EA	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
4.12.1	EA	Zustand Sicherungsanlagen (Orientierungshilfe Stellwerke und Zugsbeeinflussung)	Einteilung des Zustandes sämtlicher Sicherungsanlagen in Zustandsklassen.	%-Anteil Sicherungsanlageteile mit ZKI 1		Bitte ausfüllen	
4.12.2	EA			%-Anteil ZKI 2		Bitte ausfüllen	
4.12.3	EA			%-Anteil ZKI 3		Bitte ausfüllen	
4.12.4	EA			%-Anteil ZKI 4		Bitte ausfüllen	
4.12.5	EA			%-Anteil ZKI 5		Bitte ausfüllen	
4.13.1	EA	Zustand der Niederspannungs- und Kommunikationsanlagen (EA)	Einteilung des Zustandes sämtlicher EA beeinflusst in Zustandsklassen.	%-Anteil EA mit ZKI 1		Bitte ausfüllen	
4.13.2	EA			%-Anteil ZKI 2		Bitte ausfüllen	
4.13.3	EA			%-Anteil ZKI 3		Bitte ausfüllen	
4.13.4	EA			%-Anteil ZKI 4		Bitte ausfüllen	
4.13.5	EA			%-Anteil ZKI 5		Bitte ausfüllen	
4.14	B	Störungen	Die durch Infrastruktur verursacht werden und zu Verspätungen von mehr als 3 Min. führen.	Anzahl		Bitte ausfüllen	Wert ist Teil des Standardreportings ans BAV
4.15	B	Schienenfehler / Schienenbrüche	Die Schiene ist beschädigt, hat Risse oder ist gebrochen. Beschädigte Schiene: Als solche wird jede Schiene bezeichnet, die weder Risse aufweist noch gebrochen ist, sondern andere Fehler enthält, die im Allgemeinen an der Oberfläche liegen. Schiene mit Rissen: Als solche wird jede Schiene bezeichnet, die an irgendeiner Stelle in ihrer Länge und an beliebigen Teilen des Profils eine oder mehrere Trennstellen aufweist, die in irgendeiner Richtung laufen, sichtbar oder unsichtbar sind und die die Gefahr in sich bergen, sich in absehbarer Zeit zu einem Bruch zu entwickeln.	Anzahl		Bitte ausfüllen	Wert ist Teil des Standardreportings ans BAV

Kap. 5 Leistungsniveaus

Jahr:						
Nr. neu	Bau / EA	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail Bemerkungen
5.1.1	B	Überwachung / Inspektion Kunstbauten	Anforderungen an die Regelmässigkeit der Überwachung / Inspektion von Kunstbauten (Teil von Betrieb und Unterhalt).	%-Anteil Kunstbauten mit täglicher oder wöchentlicher Inspektion		Bitte ausfüllen
5.1.2	B			%-Anteil mit monatlicher Inspektion		Bitte ausfüllen
5.1.3	B			%-Anteil mit halbjährlicher oder jährlicher Inspektion		Bitte ausfüllen
5.2.1	B	Überwachung / Inspektion Fahrbahn	Anforderungen an die Regelmässigkeit der Überwachung / Inspektion der Fahrbahn (Geleise / Oberbau).	HGkm mit täglicher oder wöchentlicher Inspektion		Bitte ausfüllen
5.2.2	B			HGkm mit monatlicher Inspektion		Bitte ausfüllen
5.2.3	B			HGkm mit halbjährlicher oder jährlicher Inspektion		Bitte ausfüllen
5.3.1	B	Überwachung / Inspektion Fahrbahn	Die Inspektion erfolgt durch Streckenläufer	HGkm		Bitte ausfüllen
5.3.2	B		Die Inspektion erfolgt durch Messwagen	HGkm		Bitte ausfüllen
5.4.1	B	Reinigung Fahrbahn	Anforderung an Streckenabschnitte der Fahrbahn bezüglich Reinigung (bspw. im Siedlungsgebiet).	Hauptgeleis-Kilometer 1x pro Jahr gereinigt		Bitte ausfüllen
5.4.2	B			Hauptgeleis-Kilometer 2x pro Jahr und mehr gereinigt		Bitte ausfüllen
5.4.3	B			Hauptgeleis-Kilometer ohne Reinigung		Bitte ausfüllen
5.4.4	B		Reinigung erfolgt maschinell (bspw. Staubsauger)	%-Anteil maschinelle Reinigung		Bitte ausfüllen
5.5.1	B	Reinigung Publikumsanlagen	Es gibt unterschiedliche Anforderungen an die Reinigung. Dies sind in Leistungsniveaus / Servicelevels definiert (Ort, Häufigkeit, Anforderung der Reinigung).	m ² Publikumsanlagen mit täglicher Reinigung		Bitte ausfüllen
5.5.2	B			m ² Publikumsanlagen mit wöchentlicher Reinigung		Bitte ausfüllen
5.5.3	B			m ² Publikumsanlagen mit weniger als wöchentlicher Reinigung		Bitte ausfüllen

Jahr:

Nr. neu	Bau / EA	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
5.5.4	B			m ² Publikumsanlagen ohne Reinigungsarbeiten		Bitte ausfüllen	
5.5.5	B		Reinigung erfolgt maschinell (bspw. Staubsauger, Wischfahrzeuge...)	%-Anteil maschinelle Reinigung		Bitte ausfüllen	
5.6.1	B	Grünpflege	Grünflächen und Böschungen erfordern unterschiedliche Bearbeitungsformen und Bearbeitungstiefen.	m ² intensive Grünpflege > 5x pro Jahr		Bitte ausfüllen	
5.6.2	B			m ² Grünpflege 2 bis 5 Mal im Jahr		Bitte ausfüllen	
5.6.3	B			m ² Grünpflege < 2x im Jahr		Bitte ausfüllen	
5.6.4	B	Maschineneinsatz in der Grünpflege	Grünpflege ist unterschiedlich arbeitsintensive und kann maschinell oder von Hand erledigt werden:	%-Anteil Grünflächen maschinelle Bearbeitung		Bitte ausfüllen	
5.7	B	Winterdienst Fahrbahn	Leistungsniveaus sind nicht bekannt - Frage noch offen	offen	offen		Leistungsniveau in Anwendung?
5.8.1	B	Winterdienst Publikumsanlagen	Anforderungen an den Winterdienst für den Zugang zu den Publikumsanlagen (Perrons, Plätze etc.).	m ² Publikumsflächen welche schwarz geräumt werden		Bitte ausfüllen	
5.8.2	B			m ² Publikumsflächen welche reduziert schwarz geräumt werden		Bitte ausfüllen	
5.8.3	B			m ² Publikumsflächen welche weiss geräumt werden		Bitte ausfüllen	
5.8.4	B			m ² Publikumsflächen ohne Winterdienst		Bitte ausfüllen	
5.9.1	EA	Überwachung / Inspektion Bahnstromanlagen	Anforderungen an die Regelmässigkeit der Überprüfung / Inspektion von Bahnstromanlagen (Teil von Betrieb und Unterhalt).	%-Anteil Bahnstromanlagen mit täglicher oder wöchentlicher Inspektion		Bitte ausfüllen	
5.9.2	EA			%-Anteil mit monatlicher Inspektion		Bitte ausfüllen	
5.9.3	EA			%-Anteil mit halbjährlicher oder jährlicher Inspektion		Bitte ausfüllen	

Jahr:

Nr. neu	Bau / EA	Merkmal	Kommentar	Einheit	Wert	Detail	Bemerkungen
5.10.1	EA	Überwachung / Inspektion Sicherungsanlagen	Anforderungen an die Regelmässigkeit der Überprüfung / Inspektion von Sicherungsanlagen (Teil von Betrieb und Unterhalt).	%-Anteil Sicherungsanlagen mit täglicher oder wöchentlicher Inspektion		Bitte ausfüllen	
5.10.2	EA			%-Anteil mit monatlicher Inspektion		Bitte ausfüllen	
5.10.3	EA			%-Anteil mit halbjährlicher oder jährlicher Inspektion		Bitte ausfüllen	
5.11.1	EA	Überwachung / Inspektion EA	Anforderungen an die Regelmässigkeit der Überprüfung / Inspektion von EA (Teil von Betrieb und Unterhalt).	%-Anteil EA mit täglicher oder wöchentlicher Inspektion		Bitte ausfüllen	
5.11.2	EA			%-Anteil mit monatlicher Inspektion		Bitte ausfüllen	
5.11.3	EA			%-Anteil mit halbjährlicher oder jährlicher Inspektion		Bitte ausfüllen	

Kap. 6 Meteo- und klimatische Bedingungen

Jahr:

Nr.	Merkmal	Kommentar	Einheit	Werte	Bemerkungen
6.1.1	Temperatur +	Temperatur in den Extremen wirkt sich auf die Struktur aus. Zudem ist die Dauer der Wirkung von Bedeutung.	Höchsttemperatur		
6.1.2	Temperatur -		Anzahl Tage über 30°C*		
6.2.1			Tiefsttemperatur		
6.2.2			Anzahl Tage unter 0°C*		
6.3	Klima Frostwechsel	Frostwechsel (Tages min unter 0°C und Tages Max über 0°C)	Frostwechsel		
6.4.1	Niederschläge Regen	Niederschläge können zu höherem Aufwand für Betrieb und Unterhalt führen; -> Schneefall führt zu einem grösseren Umfang im Winterdienst; -> Regen führt zu einem erhöhtem Oberflächenabfluss, was zu einem grösseren Reinigungsbedarf führt (Schutt auf der Strasse, Reinigung von Entwässerungsanlagen).	Anzahl Tage mit > 20mm* Regen		
6.4.2			Anzahl Tage mit > 10mm* Regen		
6.5	Niederschläge Schnee		Anzahl Tage mit 1cm* Schneefall		

Anhang G. Kostenmodell - Regressionsauswertung

Die Regressionsauswertung wurde durchgeführt zur Bestimmung der Kostenmodelle für jeden Kostentyp und jede Kostenkategorie wie diese in der Kostenstruktur erkennbar sind. Die Datenauswertungssoftware SPSS wird verwendet zur Auswertung von linearen Regressionsgleichungen ohne die Verwendung des listenweisen Fallausschlusses basierend auf der Annahme, dass wenn eine teilnehmende Organisation für entscheidend abhängige Variable keine Werte aufweist, so ist diese Organisation der Auswertung auszuschliessen. Die resultierenden Kostenmodelle für Gemeinden und Privatbahnen werden in den folgenden Abschnitten dargestellt.

Die ID für die verschiedenen Variablen wurde in der Tabelle 97 kodiert und zeigen das Verhältnis zwischen den zugewiesenen Kode und die Beobachtung aus den Fragebogen.

Tabelle 97: ID Regression und zugehörige Nummer und Beschreibung aus dem Fragebogen

ID Regression	ID Fragebogen	Beschrieb
1	1.1	Laufmeter Strassennetz
2	1.2+1.3+1.4	Flächen summiert (Verkehrsfläche Reinigung/Winterdienst)
3	1.2+1.4	Flächen summiert (ohne Drittflächen) (Gesamtfläche Verkehr Gemeinde)
4	1.5.1	Anzahl Tunnels
5	1.5.2	Anzahl Unterführungen
6	1.5.3	Anzahl Brücken
7	1.5.4	Anzahl Galerien
8	1.7.1	Anzahl Stützmauern
9	1.5.1/4&1.7.1	Total Anzahl Kunstbaute
10	1.6.2.1	Fläche Kunstbaute Tunnel
11	1.6.2.2	Fläche Kunstbaute Unterführung
12	1.6.2.3	Fläche Kunstbaute Brücke
13	1.6.2.4	Fläche Kunstbaute Galerie
14	1.7.3	Fläche Kunstbaute Stützmauer
15	1.6.2.1/4&1.7.3	Total Fläche Kunstbaute
16	1.8.1	Anzahl Schächte
17	1.8.2	Laufmeter Entwässerungsleitungen
18	1.8.3	Laufmeter Entwässerungsrinnen (oberirdisch)
19	1.9	Fläche Verkehrsfläche im Siedlungsgebiet
20	1.10.1	m ² Höhenlage <500
21	1.10.2	m ² Höhenlage 500-999
22	1.10.3	m ² Höhenlage 1000-1499
23	1.10.4	m ² Höhenlage >1500
24	MueM ³⁵	Meter über Meer
25	1.13.1	OeV: Strassenfläche mit Tramverkehr
26	1.13.2	OeV: Strassenfläche mit Busverkehr
27	1.17.1	Strassenuntergrund (ohne Netzwerke)
28	1.17.2	Strassenuntergrund (1 - 3 Netzwerke)
29	1.17.3	Strassenuntergrund (mehr als 3 Netzwerke)
30	2.1.1	Anzahl operative MA Betrieb und Unterhalt
31	2.3.1	Total Personalaufwand Zeit Betrieb und Unterhalt
32	2.3.1*	Total Personalaufwand Zeit Betrieb und Unterhalt (abzüglich Overhead)
33	2.3.2	Personalaufwand (Zeit) kleiner baulicher Unterhalt
34	2.3.3	Personalaufwand (Zeit) Reinigung
35	2.3.4	Personalaufwand (Zeit) Grünpflege
36	2.3.5	Personalaufwand (Zeit) Winterdienst

³⁵ Nachträglich zum Fragebogen hinzugefügte Daten

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 97 (fortgesetzt)

ID Regression	ID Fragebogen	Beschrieb
37	2.3.6	Personalaufwand (Zeit) tech. Dienst und Beleuchtung
38	2.3.7-2.3.9	Personalaufwand (Zeit) OH
39	2.5.1	Anzahl Fahrzeuge (ohne Reinigungsfahrzeuge)
40	2.5.2	Anzahl Reinigungsfahrzeuge
41	2.5.3	Anzahl Geräte
42	2.5.4	Anzahl Schneepflüge
43	2.5.5	Anzahl Salzstreuer
44	2.6.3	Anteil Eigentum der Fahrzeuge
45	2.7.1	Betriebsstunden Fz
46	2.7.2	km-Leistung Fz
47	2.7.3	Anzahl Betriebsstunden
48	2.8.8	Salzverbrauch
49	3.1.1	Alter der Verkehrsfläche Durchschnitt Strassen
50	3.2.1	Zustand IO Verkehrsfläche Durchschnitt
51	3.3.1	Durchschnittsalter Tunneln
52	3.3.2	Durchschnittsalter Brücken
53	3.3.3	Durchschnittsalter Galerien
54	3.3.4	Durchschnittsalter Unterführungen
55	3.3.5	Durchschnittsalter Stützmauern
56	3.3.1/5	Durchschnittsalter Kunstbaute
57	4.1.1	Verkehrsfläche mit täglicher Reinigung
58	4.1.2	Verkehrsfläche mit wöchentlicher Reinigung
59	4.1.3	Verkehrsfläche mit zwei wöchentlicher Reinigung
60	4.1.4	Verkehrsfläche mit monatlicher Reinigung
61	4.1.4*	Verkehrsfläche mit anderen Reinigung
62	4.1.1/4	AdjustedCleanedArea (Gesamte gereinigte Fläche (m ² /Jahr))
63	4.2	Fläche maschinell gereinigt
64	4.3.1	Reinigung Schächte weniger als 1x im Jahr
65	4.3.2	Reinigung Schächte 1x im Jahr
66	4.3.3	Reinigung Schächte mehr als 1x im Jahr
67	4.3.1/3	CombinedReinigung Schächte
68	4.3.4	Reinigung m' Strassenentwässerung weniger als 1x im Jahr
69	4.3.5	Reinigung m' Strassenentwässerung 1x im Jahr
70	4.3.6	Reinigung m' Strassenentwässerung mehr als 1x im Jahr
71	4.3.4/6	CombinedReinigung m' Strassenentwässerung
72	4.3.7	Leerung Abfalleimer täglich
73	4.3.8	Leerung Abfalleimer wöchentlich
74	4.3.9	Leerung Abfalleimer monatlich
75	4.3.10	Leerung Abfalleimer anderen
76	4.3.7/10	Combined Leerung Abfalleimer
77	4.4.1	Fläche intensive Grünpflege
78	4.4.2	Fläche mittlere Grünpflege (2 - 5 x im Jahr)
79	4.4.3	Fläche wenig Grünpflege
80	4.4.3*	Fläche anderen Grünpflege
81	4.4.1-2/3*	CombinedFläche Grünpflege
82	4.5	Anteil maschinelle Grünpflege
83	4.6.1	Verkehrsfläche Standard A
84	4.6.2	Verkehrsfläche Standard B
85	4.6.3	Verkehrsfläche Standard C
86	4.6.4	Verkehrsfläche Standard D
87	4.6.1/4	Combined Verkehrsfläche Standard
88	4.7.1	Leistungsniveau Erledigung sofort
89	4.7.2	Leistungsniveau Erledigung planbar

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 97 (fortgesetzt)

ID Regression	ID Fragebogen	Beschrieb
90	5.1.1	Anzahl Strassenbeleuchtung
91	5.2.1	Anzahl LSA
92	5.2.2	Anzahl Verkehrsbeeinflussung
93	5.4.1	Anzahl Bänke
94	5.4.2	Anzahl Unterstände
95	5.4.3	Anzahl Entsorgungs-stellen
96	5.4.1/3	Combined Möbilierung
97	5.4.5	Anzahl Abfalleimer
98	5.4.6	Robi-Dog-Behälter
99	5.4.5/6	Anzahl Abfalleimer&Robi-Dog
100	5.6.1	Grünfläche im Strassenraum
101	5.6.2	Anzahl Bäume
102	5.7.1	Bürofläche
103	5.7.2	Fläche Werkstätten
104	5.7.3	Lagerflächen innen / Hallen
105	5.7.4	Lagerflächen aussen / Plätze
106	6.2.2	Anzahl Tage mit T < 0°C
107	6.3	Anzahl Frostwechsel
108	6.5	Schneefall: Anzahl Tage mit mehr als 1 cm Neuschnee

Die folgenden Parameter werden zusammengefasst bzw. normalisiert für die Entwicklung der Modelle. Tabelle 98 zeigt den verwendeten Umrechnungsansatz bei den einzelnen Parameter.

Tabelle 98: Zusammenstellung der Umrechnungen von Häufigkeit und Leistungsniveaus bei den verwendeten Parameter.

Parameter	Adjusted Cleaned Area (Gesamte gereinigte Fläche (m ² /Jahr)) (4.1.1-4.1.6)	Combined Reinigung Schächte (4.3.1-4.3.3)	Combined Reinigung m' Strassenentwässerung (4.3.4-4.3.6)	Combined Leerung Abfalleimer (4.3.7-4.3.10)	Combined Fläche Grünpflege (4.4.1-4.4.2/3*)	Combined Verkehrsfläche Standard (4.6.1-4.6.4) (CVS*)	Combined Möbilierung (5.4.1-5.4.3)	Anzahl Abfalleimer & Robi-Dog (5.4.5-5.4.6)
Normalisierung	x	x	x	x	x	x		
Summierung							x	x
Häufigkeit / Umrechnungsfaktor	täglicher	weniger als 1x pro Jahr	weniger als 1x pro Jahr	täglicher	> 5 Mal pro Jahr	Standard A		
	365	0.5	0.5	365	6	1		
	mit wöchentlicher	1x pro Jahr	1x pro Jahr	mit wöchentlicher	2 bis 5 Mal im Jahr	Standard B		
	52	1	1	52	4	2		
	mit 2 wöchentlicher	mehr als 1x pro Jahr	mehr als 1x pro Jahr		1 x und weniger im Jahr	Standard C		
	26	2	2		1	3		
	mit monatlicher			mit monatlicher		Standard D		
	12			12		4		
mit andere			abweichendem					
3			3					

$$* CVS = \frac{\text{Verkehrsfläche Standard}_i \times \text{Umrechnungsfaktor}_i}{\sum \text{Verkehrsfläche Standard}} \quad (16)$$

G.1. Gemeinden

G.1.1. Kosten kleiner baulicher Unterhalt

G.1.1.1. Personalkosten

Tabelle 99: Modelle und Koeffizienten für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Personalkosten

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardkoeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
1	(Konstante)	-233'033.88	139'925.35		-1.67	0.12
	1	0.92	2.17	0.17	0.42	0.68
	3	0.09	0.46	0.08	0.19	0.85
	24	191.69	182.05	0.30	1.05	0.31
	33	26.53	16.52	0.40	1.61	0.14
	39	-4'286.17	5'267.96	-0.14	-0.81	0.43
	41	-1'141.14	1'584.58	-0.13	-0.72	0.49
	45	-26.64	15.46	-0.42	-1.72	0.11
	46	0.74	0.96	0.14	0.77	0.46
	50	223'886.95	105'625.92	0.49	2.12	0.06
	88	-71'280.20	106'513.46	-0.14	-0.67	0.52
	89	23'016.17	81'812.47	0.04	0.28	0.78
96	-240.67	382.57	-0.14	-0.63	0.54	
2	(Konstante)	-232'985.90	134'181.76		-1.74	0.11
	1	1.23	1.34	0.23	0.91	0.38
	24	184.08	170.18	0.29	1.08	0.30
	33	26.85	15.76	0.41	1.70	0.11
	39	-3'977.43	4'798.31	-0.13	-0.83	0.42
	41	-1'095.49	1'501.47	-0.13	-0.73	0.48
	45	-26.16	14.61	-0.42	-1.79	0.10
	46	0.72	0.92	0.13	0.78	0.45
	50	226'951.53	100'068.98	0.49	2.27	0.04
	88	-63'558.76	94'188.90	-0.13	-0.67	0.51
	89	23'389.40	78'431.15	0.04	0.30	0.77
	96	-238.66	366.73	-0.14	-0.65	0.53
3	(Konstante)	-223'055.24	125'346.50		-1.78	0.10
	1	1.15	1.27	0.21	0.90	0.38
	24	164.95	152.01	0.26	1.09	0.30
	33	27.89	14.82	0.43	1.88	0.08
	39	-3'705.81	4'542.99	-0.12	-0.82	0.43
	41	-1'267.87	1'336.31	-0.15	-0.95	0.36
	45	-25.87	14.06	-0.41	-1.84	0.09
	46	0.62	0.83	0.11	0.75	0.47
	50	234'585.23	93'288.16	0.51	2.51	0.03
	88	-65'599.55	90'588.42	-0.13	-0.72	0.48
96	-226.92	351.60	-0.13	-0.65	0.53	

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 99 (fortgesetzt)

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardkoeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
4	(Konstante)	-228'040.25	122'473.56		-1.86	0.08
	1	0.63	0.97	0.12	0.65	0.52
	24	94.21	103.10	0.15	0.91	0.38
	33	33.20	12.06	0.51	2.75	0.02
	39	-4'370.92	4'331.38	-0.15	-1.01	0.33
	41	-1'220.57	1'306.20	-0.14	-0.93	0.37
	45	-20.80	11.42	-0.33	-1.82	0.09
	46	0.53	0.80	0.10	0.67	0.52
	50	238'261.50	91'153.14	0.52	2.61	0.02
	88	-33'433.60	74'053.10	-0.07	-0.45	0.66
5	(Konstante)	-217'178.00	116'856.75		-1.86	0.08
	1	0.45	0.85	0.08	0.52	0.61
	24	87.36	99.24	0.14	0.88	0.39
	33	33.42	11.73	0.51	2.85	0.01
	39	-4'359.93	4'214.80	-0.15	-1.03	0.32
	41	-1'054.13	1'219.39	-0.12	-0.86	0.40
	45	-19.04	10.45	-0.30	-1.82	0.09
	46	0.40	0.73	0.07	0.55	0.59
	50	228'260.45	86'042.02	0.50	2.65	0.02
6	(Konstante)	-208'020.98	112'893.41		-1.84	0.08
	24	73.94	93.68	0.12	0.79	0.44
	33	36.23	10.19	0.55	3.56	0.00
	39	-4'009.19	4'065.89	-0.13	-0.99	0.34
	41	-859.92	1'135.07	-0.10	-0.76	0.46
	45	-18.67	10.18	-0.30	-1.83	0.09
	46	0.38	0.71	0.07	0.54	0.60
	50	231'326.54	83'874.40	0.50	2.76	0.01
7	(Konstante)	-186'904.28	103'668.13		-1.80	0.09
	24	49.28	80.05	0.08	0.62	0.55
	33	36.88	9.91	0.56	3.72	0.00
	39	-3'383.76	3'815.22	-0.11	-0.89	0.39
	41	-916.46	1'106.42	-0.11	-0.83	0.42
	45	-17.06	9.53	-0.27	-1.79	0.09
	50	229'277.05	82'023.52	0.50	2.80	0.01
8	(Konstante)	-176'057.94	100'381.59		-1.75	0.10
	33	37.60	9.66	0.57	3.89	0.00
	39	-3'467.43	3'746.44	-0.12	-0.93	0.37
	41	-1'040.07	1'069.11	-0.12	-0.97	0.34
	45	-14.69	8.57	-0.23	-1.71	0.10
	50	236'313.36	79'809.43	0.51	2.96	0.01
9	(Konstante)	-215'561.00	90'512.04		-2.38	0.03
	33	34.61	9.07	0.53	3.81	0.00
	41	-1'102.76	1'062.92	-0.13	-1.04	0.31
	45	-19.01	7.16	-0.30	-2.66	0.02
	50	253'694.42	77'275.21	0.55	3.28	0.00

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 99 (fortgesetzt)

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardkoeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
10	(Konstante)	-178'637.08	83'379.99		-2.14	0.04
	33	35.70	9.03	0.54	3.95	0.00
	45	-19.30	7.17	-0.31	-2.69	0.01
	50	217'580.05	69'122.46	0.47	3.15	0.01

Tabelle 100: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Personalkosten

Modell	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	24
	Code = 1 (Selected)					AIC	MAPE
1	.913	.834	.653	99'777.40	12	604.88	155%
2	.913	.833	.681	95'681.95	11	602.88	155%
3	.912	.832	.703	92'268.25	10	600.88	154%
4	.909	.827	.715	90'325.12	9	598.88	160%
5	.908	.824	.731	87'895.31	8	596.88	158%
6	.906	.821	.743	85'879.78	7	594.88	162%
7	.904	.818	.753	84'070.84	6	592.88	147%
8	.902	.814	.762	82'607.63	5	590.88	153%
9	.897	.805	.764	82'295.30	4	588.88	155%
10	.891	.794	.763	82'452.26	3	586.88	148%

Tabelle 101: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Personalkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
P-2.2.2	211'097.13	169'320.32	24
1	49'234.00	31'462.70	24
3	292'033.39	164'793.96	24
24	582.63	267.78	24
33	3'229.42	2'580.93	24
39	10.63	5.70	24
41	14.54	19.46	24
45	3'129.15	2'699.57	24
46	43'352.00	31'220.55	24
50	1.54	0.37	24
88	0.44	0.34	24
89	0.34	0.32	24
96	128.75	95.79	24

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 102: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Personalkosten

Modell	Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.	
1	Regression	5.50E+11	12	4.58E+10	4.603	.008
	Residual	1.10E+11	11	9.96E+09		
	Total	6.59E+11	23			
2	Regression	5.50E+11	11	5.00E+10	5.457	.003
	Residual	1.10E+11	12	9.16E+09		
	Total	6.59E+11	23			
3	Regression	5.49E+11	10	5.49E+10	6.445	.001
	Residual	1.11E+11	13	8.51E+09		
	Total	6.59E+11	23			
4	Regression	5.45E+11	9	6.06E+10	7.425	.001
	Residual	1.14E+11	14	8.16E+09		
	Total	6.59E+11	23			
5	Regression	5.44E+11	8	6.79E+10	8.794	.000
	Residual	1.16E+11	15	7.73E+09		
	Total	6.59E+11	23			
6	Regression	5.41E+11	7	7.73E+10	10.486	.000
	Residual	1.18E+11	16	7.38E+09		
	Total	6.59E+11	23			
7	Regression	5.39E+11	6	8.99E+10	12.716	.000
	Residual	1.20E+11	17	7.07E+09		
	Total	6.59E+11	23			
8	Regression	5.37E+11	5	1.07E+11	15.726	.000
	Residual	1.23E+11	18	6.82E+09		
	Total	6.59E+11	23			
9	Regression	5.31E+11	4	1.33E+11	19.591	.000
	Residual	1.29E+11	19	6.77E+09		
	Total	6.59E+11	23			
10	Regression	5.23E+11	3	1.74E+11	25.664	.000
	Residual	1.36E+11	20	6.80E+09		
	Total	6.59E+11	23			

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

G.1.1.2. Sach- und Materialkosten

Tabelle 103: Modelle und Koeffizienten für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Sach- und Materialkosten

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
1	(Konstante)	80'150.79	115'216.79		0.70	0.50
	3	-0.06	0.22	-0.07	-0.25	0.81
	39	10'789.55	4'991.70	0.49	2.16	0.05
	41	-1'544.72	1'588.70	-0.24	-0.97	0.35
	45	2.88	11.27	0.06	0.26	0.80
	46	-0.88	0.80	-0.22	-1.10	0.29
	50	53'692.18	89'875.74	0.16	0.60	0.56
	88	-127'044.77	92'560.42	-0.35	-1.37	0.19
2	(Konstante)	84'270.14	110'641.31		0.76	0.46
	39	10'397.53	4'598.09	0.47	2.26	0.04
	41	-1'702.34	1'414.87	-0.26	-1.20	0.25
	45	2.91	10.94	0.06	0.27	0.79
	46	-0.88	0.77	-0.22	-1.13	0.28
	50	48'601.54	84'935.44	0.14	0.57	0.58
	88	-139'750.15	75'060.36	-0.38	-1.86	0.08
	89	-212'025.73	73'891.66	-0.55	-2.87	0.01
3	(Konstante)	75'964.06	103'192.58		0.74	0.47
	39	10'976.58	3'936.77	0.50	2.79	0.01
	41	-1'746.57	1'366.10	-0.27	-1.28	0.22
	46	-0.85	0.74	-0.21	-1.14	0.27
	50	58'960.82	73'369.37	0.17	0.80	0.43
	88	-148'090.98	66'292.89	-0.41	-2.23	0.04
	89	-217'105.45	69'397.85	-0.56	-3.13	0.01
4	(Konstante)	143'378.88	59'499.80		2.41	0.03
	39	11'495.45	3'845.06	0.52	2.99	0.01
	41	-1'114.33	1'105.77	-0.17	-1.01	0.33
	46	-0.93	0.73	-0.23	-1.28	0.22
	88	-128'501.13	61'038.66	-0.35	-2.11	0.05
	89	-206'001.05	67'335.81	-0.53	-3.06	0.01
5	(Konstante)	123'898.04	56'294.92		2.20	0.04
	39	10'799.94	3'784.15	0.49	2.85	0.01
	46	-0.85	0.73	-0.21	-1.17	0.26
	88	-128'682.11	61'063.34	-0.35	-2.11	0.05
	89	-184'916.56	64'028.94	-0.48	-2.89	0.01
6	(Konstante)	105'820.30	54'618.41		1.94	0.07
	39	9'307.78	3'594.47	0.42	2.59	0.02
	88	-145'299.93	59'923.13	-0.40	-2.43	0.03
	89	-171'642.60	63'585.28	-0.44	-2.70	0.01

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 104: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Sach- und Materialkosten

Modell	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	24
	Code = 1 (Selected)					AIC	MAPE
1	.745	.555	.318	103'607.05	8	582.49	883%
2	.744	.553	.358	100'525.88	7	580.49	902%
3	.743	.551	.393	97'739.41	6	578.49	910%
4	.731	.534	.405	96'772.98	5	576.49	1003%
5	.713	.508	.405	96'812.54	4	574.49	957%
6	.688	.473	.394	97'691.97	3	572.49	914%

Tabelle 105: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Sach- und Materialkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
M-2.8.2	83'134.92	125'464.31	24
3	292'033.39	164'793.96	24
39	10.63	5.70	24
41	14.54	19.46	24
45	3'129.15	2'699.57	24
46	43'352.00	31'220.55	24
50	1.54	0.37	24
88	0.44	0.34	24
89	0.34	0.32	24

Tabelle 106: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Sach- und Materialkosten

Modell	Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.	
1	Regression	2.01E+11	8	2.51E+10	2.341	.074
	Residual	1.61E+11	15	1.07E+10		
	Total	3.62E+11	23			
2	Regression	2.00E+11	7	2.86E+10	2.832	.040
	Residual	1.62E+11	16	1.01E+10		
	Total	3.62E+11	23			
3	Regression	2.00E+11	6	3.33E+10	3.483	.020
	Residual	1.62E+11	17	9.55E+09		
	Total	3.62E+11	23			
4	Regression	1.93E+11	5	3.87E+10	4.132	.011
	Residual	1.69E+11	18	9.37E+09		
	Total	3.62E+11	23			
5	Regression	1.84E+11	4	4.60E+10	4.907	.007
	Residual	1.78E+11	19	9.37E+09		
	Total	3.62E+11	23			
6	Regression	1.71E+11	3	5.71E+10	5.979	.004
	Residual	1.91E+11	20	9.54E+09		
	Total	3.62E+11	23			

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

G.1.1.3. Fremdkosten

Tabelle 107: Modelle und Koeffizienten für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Fremdkosten

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
1	(Konstante)	-79'398.02	202'641.68		-0.39	0.70
	3	0.45	0.39	0.36	1.16	0.27
	39	25'065.45	8'779.33	0.69	2.86	0.01
	41	-2'193.39	2'794.19	-0.21	-0.79	0.45
	45	-35.37	19.82	-0.46	-1.78	0.10
	46	-0.11	1.40	-0.02	-0.08	0.94
	50	120'746.33	158'072.20	0.22	0.76	0.46
	88	-296'175.56	162'793.98	-0.49	-1.82	0.09
2	(Konstante)	-84'126.77	186'765.57		-0.45	0.66
	3	0.45	0.37	0.36	1.20	0.25
	39	24'903.81	8'248.97	0.69	3.02	0.01
	41	-2'196.66	2'705.66	-0.21	-0.81	0.43
	45	-35.59	18.99	-0.47	-1.87	0.08
	50	122'951.00	150'482.52	0.22	0.82	0.43
	88	-299'419.67	152'139.18	-0.50	-1.97	0.07
	89	-134'313.47	129'229.15	-0.21	-1.04	0.31
3	(Konstante)	-45'885.22	178'907.33		-0.26	0.80
	3	0.33	0.34	0.26	0.96	0.35
	39	25'138.69	8'160.83	0.69	3.08	0.01
	45	-34.00	18.70	-0.44	-1.82	0.09
	50	72'016.20	135'402.87	0.13	0.53	0.60
	88	-248'652.61	137'297.44	-0.41	-1.81	0.09
	89	-93'921.41	118'066.76	-0.15	-0.80	0.44
4	(Konstante)	31'657.71	101'604.96		0.31	0.76
	3	0.41	0.29	0.33	1.42	0.17
	39	24'076.40	7'753.42	0.66	3.11	0.01
	45	-29.70	16.52	-0.39	-1.80	0.09
	88	-242'821.98	134'105.15	-0.40	-1.81	0.09
	89	-84'143.12	114'279.76	-0.13	-0.74	0.47
5	(Konstante)	-5'183.71	87'358.25		-0.06	0.95
	3	0.41	0.29	0.33	1.44	0.17
	39	23'549.60	7'626.75	0.65	3.09	0.01
	45	-27.05	15.93	-0.35	-1.70	0.11
	88	-230'259.87	131'402.90	-0.38	-1.75	0.10
6	(Konstante)	23'282.23	87'316.02		0.27	0.79
	39	26'327.39	7'571.35	0.73	3.48	0.00
	45	-22.62	16.04	-0.30	-1.41	0.17
	88	-117'757.53	108'294.14	-0.20	-1.09	0.29
7	(Konstante)	-22'251.34	76'952.07		-0.29	0.78
	39	24'668.24	7'448.16	0.68	3.31	0.00
	45	-18.88	15.73	-0.25	-1.20	0.24
8	(Konstante)	-32'201.14	77'266.82		-0.42	0.68
	39	20'044.08	6'437.97	0.55	3.11	0.01

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 108: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Fremdkosten

Modell	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	24
	Code = 1 (Selected)					AIC	MAPE
1	.702	.493	.222	182'222.64	8	606.44	347%
2	.702	.493	.271	176'470.28	7	604.44	342%
3	.687	.472	.285	174'692.19	6	602.44	341%
4	.680	.463	.314	171'176.96	5	600.44	348%
5	.668	.447	.330	169'101.81	4	598.44	334%
6	.622	.387	.295	173'542.41	3	596.44	349%
7	.592	.350	.289	174'294.49	2	594.44	337%
8	.553	.306	.274	176'031.71	1	592.44	275%

Tabelle 109: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Fremdkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
F-2.4.1	180'767.18	206'638.43	24
3	292'033.39	164'793.96	24
39	10.63	5.70	24
41	14.54	19.46	24
45	3'129.15	2'699.57	24
46	43'352.00	31'220.55	24
50	1.54	0.37	24
88	0.44	0.34	24
89	0.34	0.32	24

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 110: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten kleiner baulicher Unterhalt - Fremdkosten

Model	Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.	
1	Regression	4.84E+11	8	6.05E+10	1.822	.151
	Residual	4.98E+11	15	3.32E+10		
	Total	9.82E+11	23			
2	Regression	4.84E+11	7	6.91E+10	2.219	.088
	Residual	4.98E+11	16	3.11E+10		
	Total	9.82E+11	23			
3	Regression	4.63E+11	6	7.72E+10	2.530	.062
	Residual	5.19E+11	17	3.05E+10		
	Total	9.82E+11	23			
4	Regression	4.55E+11	5	9.09E+10	3.103	.034
	Residual	5.27E+11	18	2.93E+10		
	Total	9.82E+11	23			
5	Regression	4.39E+11	4	1.10E+11	3.836	.019
	Residual	5.43E+11	19	2.86E+10		
	Total	9.82E+11	23			
6	Regression	3.80E+11	3	1.27E+11	4.203	.019
	Residual	6.02E+11	20	3.01E+10		
	Total	9.82E+11	23			
7	Regression	3.44E+11	2	1.72E+11	5.664	.011
	Residual	6.38E+11	21	3.04E+10		
	Total	9.82E+11	23			
8	Regression	3.00E+11	1	3.00E+11	9.693	.005
	Residual	6.82E+11	22	3.10E+10		
	Total	9.82E+11	23			

G.1.2. Kosten Reinigung

G.1.2.1. Personalkosten

Tabelle 111: Modelle und Koeffizienten für Kosten Reinigung - Personalkosten

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
1	(Konstante)	19'712.35	53'483.77		0.37	0.72
	2	-0.01	0.16	0.00	-0.03	0.98
	19	0.10	0.25	0.06	0.41	0.68
	24	-16.26	92.57	-0.01	-0.18	0.86
	34	51.64	6.51	0.75	7.94	0.00
	40	5'811.35	30'748.28	0.02	0.19	0.85
	47	40.20	13.53	0.17	2.97	0.01
	62	0.01	0.00	0.28	3.30	0.00
	63	-0.14	0.24	-0.08	-0.56	0.58
	76	-0.60	1.26	-0.04	-0.48	0.64
	96	97.13	172.22	0.04	0.56	0.58
	99	-346.10	158.70	-0.15	-2.18	0.04
2	(Konstante)	19'813.31	51'558.13		0.38	0.71
	2	-0.01	0.16	0.00	-0.03	0.98
	19	0.10	0.24	0.06	0.44	0.67
	24	-16.49	88.42	-0.01	-0.19	0.85
	34	51.64	6.34	0.75	8.14	0.00
	40	5'937.83	28'226.51	0.02	0.21	0.84
	47	40.22	13.07	0.17	3.08	0.01
	62	0.01	0.00	0.28	3.40	0.00
	63	-0.14	0.23	-0.08	-0.58	0.57
	76	-0.60	1.23	-0.04	-0.49	0.63
	96	96.79	165.94	0.04	0.58	0.57
	99	-346.10	154.88	-0.15	-2.24	0.04
3	(Konstante)	19'666.81	50'173.77		0.39	0.70
	19	0.10	0.22	0.06	0.46	0.65
	24	-16.63	86.27	-0.01	-0.19	0.85
	34	51.65	6.19	0.75	8.34	0.00
	40	5'805.15	27'277.24	0.02	0.21	0.83
	47	40.26	12.73	0.17	3.16	0.01
	62	0.01	0.00	0.28	3.58	0.00
	63	-0.14	0.21	-0.08	-0.67	0.51
	76	-0.61	1.17	-0.04	-0.52	0.61
	96	98.26	155.76	0.05	0.63	0.54
99	-347.14	147.93	-0.15	-2.35	0.03	
4	(Konstante)	11'911.68	29'350.37		0.41	0.69
	19	0.12	0.19	0.07	0.64	0.53
	34	51.60	6.05	0.75	8.52	0.00
	40	5'349.70	26'599.85	0.01	0.20	0.84
	47	40.33	12.45	0.17	3.24	0.00
	62	0.01	0.00	0.28	3.66	0.00
	63	-0.15	0.19	-0.09	-0.80	0.43
	76	-0.58	1.13	-0.03	-0.51	0.61
	96	94.97	151.55	0.04	0.63	0.54
99	-351.02	143.45	-0.15	-2.45	0.02	

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 111 (fortgesetzt)

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
5	(Konstante)	15'363.34	23'328.78		0.66	0.52
	19	0.11	0.18	0.06	0.63	0.54
	34	52.29	4.87	0.76	10.75	0.00
	47	40.93	11.85	0.17	3.45	0.00
	62	0.01	0.00	0.28	3.80	0.00
	63	-0.16	0.19	-0.09	-0.85	0.41
	76	-0.56	1.10	-0.03	-0.50	0.62
	96	92.35	147.93	0.04	0.62	0.54
	99	-342.30	133.99	-0.15	-2.56	0.02
6	(Konstante)	15'514.15	22'976.40		0.68	0.51
	19	0.13	0.18	0.07	0.72	0.48
	34	51.96	4.75	0.75	10.94	0.00
	47	40.97	11.67	0.17	3.51	0.00
	62	0.01	0.00	0.28	3.83	0.00
	63	-0.17	0.18	-0.10	-0.95	0.35
	96	47.57	116.56	0.02	0.41	0.69
	99	-348.30	131.45	-0.15	-2.65	0.01
	7	(Konstante)	15'802.75	22'594.42		0.70
19		0.15	0.16	0.09	0.94	0.35
34		51.84	4.66	0.75	11.12	0.00
47		43.10	10.27	0.18	4.20	0.00
62		0.01	0.00	0.27	3.93	0.00
63		-0.18	0.18	-0.11	-1.04	0.31
99		-324.17	115.51	-0.14	-2.81	0.01
8	(Konstante)	12'163.17	22'216.25		0.55	0.59
	34	53.08	4.46	0.77	11.89	0.00
	47	42.38	10.22	0.18	4.15	0.00
	62	0.01	0.00	0.26	3.84	0.00
	63	-0.06	0.12	-0.03	-0.50	0.62
	99	-321.47	115.23	-0.14	-2.79	0.01
9	(Konstante)	5'709.74	17'891.96		0.32	0.75
	34	52.16	4.02	0.76	12.98	0.00
	47	41.54	9.95	0.18	4.18	0.00
	62	0.01	0.00	0.25	3.95	0.00
	99	-333.67	111.13	-0.14	-3.00	0.01

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 112: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Reinigung - Personalkosten

Modell	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	33
	Code = 1 (Selected)					AIC	MAPE
1	.983	.966	.945	53'252.54	12	841	44.15%
2	.983	.966	.948	51'969.35	11	839	44.18%
3	.983	.966	.950	50'775.72	10	837	44.17%
4	.983	.966	.952	49'701.56	9	835	43.45%
5	.983	.966	.954	48'697.86	8	833	45.04%
6	.982	.965	.955	47'966.22	7	831	40.79%
7	.982	.965	.957	47'191.14	6	829	40.13%
8	.982	.964	.957	47'093.85	5	827	40.02%
9	.982	.963	.958	46'461.33	4	825	39.13%

Tabelle 113: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Reinigung - Personalkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
P-2.2.3	217'888.37	227'168.25	33
2	330'334.09	151'307.08	33
19	200'557.73	129'760.87	33
24	515.55	125.18	33
34	3'306.24	3'290.04	33
40	1.09	0.58	33
47	958.76	962.80	33
62	7'998'621.86	7'616'209.20	33
63	263'035.32	134'512.48	33
76	18'411.12	13'456.43	33
96	137.94	103.77	33
99	177.39	97.11	33
101	553.06	1'127.21	33

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 114: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Reinigung - Personalkosten

	Model	Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.
1	Regression	1.59E+12	12	1.33E+11	46.860	.000
	Residual	5.67E+10	20	2.84E+09		
	Total	1.65E+12	32			
2	Regression	1.59E+12	11	1.45E+11	53.676	.000
	Residual	5.67E+10	21	2.70E+09		
	Total	1.65E+12	32			
3	Regression	1.59E+12	10	1.59E+11	61.852	.000
	Residual	5.67E+10	22	2.58E+09		
	Total	1.65E+12	32			
4	Regression	1.59E+12	9	1.77E+11	71.723	.000
	Residual	5.68E+10	23	2.47E+09		
	Total	1.65E+12	32			
5	Regression	1.59E+12	8	1.99E+11	84.043	.000
	Residual	5.69E+10	24	2.37E+09		
	Total	1.65E+12	32			
6	Regression	1.59E+12	7	2.28E+11	98.965	.000
	Residual	5.75E+10	25	2.30E+09		
	Total	1.65E+12	32			
7	Regression	1.59E+12	6	2.66E+11	119.254	.000
	Residual	5.79E+10	26	2.23E+09		
	Total	1.65E+12	32			
8	Regression	1.59E+12	5	3.18E+11	143.518	.000
	Residual	5.99E+10	27	2.22E+09		
	Total	1.65E+12	32			
9	Regression	1.59E+12	4	3.98E+11	184.250	.000
	Residual	6.04E+10	28	2.16E+09		
	Total	1.65E+12	32			

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

G.1.2.2. Sach- und Materialkosten

Tabelle 115: Modelle und Koeffizienten für Kosten Reinigung - Sach- und Materialkosten

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
1	(Konstante)	9'287.56	7'600.35		1.22	0.24
	2	-0.01	0.04	-0.12	-0.34	0.74
	15	2.28	0.57	0.72	4.03	0.00
	16	1.48	3.19	0.13	0.47	0.65
	17	-0.16	0.13	-0.20	-1.18	0.26
	18	0.97	0.42	0.42	2.32	0.03
	62	0.00	0.00	-0.04	-0.16	0.88
2	(Konstante)	9'655.93	7'023.06		1.38	0.19
	2	-0.02	0.03	-0.15	-0.51	0.62
	15	2.25	0.52	0.71	4.30	0.00
	16	1.51	3.09	0.14	0.49	0.63
	17	-0.16	0.13	-0.20	-1.22	0.24
	18	0.98	0.39	0.43	2.55	0.02
	62	0.00	0.00	-0.04	-0.16	0.88
3	(Konstante)	7'795.78	5'771.42		1.35	0.19
	2	0.00	0.02	-0.03	-0.19	0.85
	15	2.36	0.47	0.74	5.03	0.00
	17	-0.17	0.13	-0.21	-1.35	0.20
	18	0.94	0.37	0.41	2.56	0.02
	62	0.00	0.00	-0.04	-0.16	0.88
4	(Konstante)	6'965.42	3'732.52		1.87	0.08
	15	2.35	0.46	0.74	5.16	0.00
	17	-0.18	0.11	-0.22	-1.57	0.13
	18	0.91	0.32	0.39	2.84	0.01
5	(Konstante)	3'732.31	3'222.04		1.16	0.26
	15	2.18	0.46	0.68	4.76	0.00
	18	0.87	0.33	0.38	2.63	0.02

Tabelle 116: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Reinigung - Sach- und Materialkosten

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	23
	Code = 1 (Selected)					AIC	MAPE
1	.801	.642	.508	12,407.31	6	464.90	229%
2	.801	.642	.536	12,046.23	5	462.90	229%
3	.798	.637	.556	11,788.48	4	460.90	228%
4	.798	.636	.579	11,485.85	3	458.90	227%
5	.767	.589	.548	11,896.77	2	456.90	175%

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 117: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Reinigung - Sach- und Materialkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
M-2.8.3	14'737.96	17'692.61	23
2	350'320.83	179'527.83	23
15	3'958.00	5'553.86	23
16	1'532.70	1'591.16	23
17	22'637.13	22'257.13	23
18	2'763.39	7'700.38	23
62	9'017'322.66	8'397'467.02	23

Tabelle 118: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Reinigung - Sach- und Materialkosten

Model		Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.
1	Regression	4.42E+09	6	7.37E+08	4.789	.006
	Residual	2.46E+09	16	1.54E+08		
	Total	6.89E+09	22			
2	Regression	4.42E+09	5	8.84E+08	6.091	.002
	Residual	2.47E+09	17	1.45E+08		
	Total	6.89E+09	22			
3	Regression	4.39E+09	4	1.10E+09	7.889	.001
	Residual	2.50E+09	18	1.39E+08		
	Total	6.89E+09	22			
4	Regression	4.38E+09	3	1.46E+09	11.067	.000
	Residual	2.51E+09	19	1.32E+08		
	Total	6.89E+09	22			
5	Regression	4.06E+09	2	2.03E+09	14.329	.000
	Residual	2.83E+09	20	1.42E+08		
	Total	6.89E+09	22			

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

G.1.2.3. Fremdkosten

Tabelle 119: Modelle und Koeffizienten für Kosten Reinigung - Fremdkosten

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
1	(Konstante)	27'634.14	22'066.33		1.25	0.23
	16	7.83	15.22	0.21	0.51	0.61
	17	1.09	0.58	0.40	1.87	0.08
	18	3.64	2.27	0.47	1.61	0.13
	67	-16.26	24.77	-0.26	-0.66	0.52
	71	-0.69	1.53	-0.14	-0.45	0.66
2	(Konstante)	24'537.77	20'490.98		1.20	0.25
	16	5.10	13.65	0.14	0.37	0.71
	17	1.08	0.57	0.40	1.90	0.07
	18	2.94	1.61	0.38	1.83	0.08
	67	-12.97	23.14	-0.21	-0.56	0.58
3	(Konstante)	23'852.25	19'941.32		1.20	0.25
	17	1.08	0.56	0.40	1.95	0.07
	18	2.94	1.57	0.38	1.87	0.08
	67	-5.97	13.25	-0.10	-0.45	0.66
4	(Konstante)	19'027.76	16'479.97		1.16	0.26
	17	1.00	0.52	0.37	1.95	0.07
	18	2.75	1.49	0.35	1.85	0.08

Tabelle 120: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Reinigung - Fremdkosten

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	23
	Code = 1 (Selected)					AIC	MAPE
1	.547	.299	.093	57'278.76	5	519.19	153%
2	.539	.291	.133	55'994.06	4	517.19	133%
3	.534	.285	.173	54'711.67	3	515.19	132%
4	.527	.278	.206	53'610.13	2	513.19	125%

Tabelle 121: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Reinigung - Fremdkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
F-2.4.2	49'317.39	60'150.86	23
16	1'532.70	1'591.16	23
17	22'637.13	22'257.13	23
18	2'763.39	7'700.38	23
67	1'202.52	964.98	23
71	8'005.22	11'882.88	23

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 122: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Reinigung - Fremdkosten

Model		Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.
1	Regression	2.38E+10	5	4.76E+09	1.452	.257
	Residual	5.58E+10	17	3.28E+09		
	Total	7.96E+10	22			
2	Regression	2.32E+10	4	5.79E+09	1.847	.164
	Residual	5.64E+10	18	3.14E+09		
	Total	7.96E+10	22			
3	Regression	2.27E+10	3	7.57E+09	2.531	.088
	Residual	5.69E+10	19	2.99E+09		
	Total	7.96E+10	22			
4	Regression	2.21E+10	2	1.11E+10	3.848	.039
	Residual	5.75E+10	20	2.87E+09		
	Total	7.96E+10	22			

G.1.3. Kosten Grünpflege

G.1.3.1. Personalkosten

Tabelle 123: Modelle und Koeffizienten für Kosten Grünpflege - Personalkosten

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
1	(Konstante)	81'173.75	86'764.07		0.94	0.36
	24	-111.38	147.68	-0.09	-0.75	0.46
	35	86.14	15.46	1.06	5.57	0.00
	81	0.00	0.17	0.00	0.01	0.99
	82	-60'510.94	53'204.70	-0.13	-1.14	0.27
	100	-0.95	0.73	-0.34	-1.31	0.20
	101	-12.01	17.45	-0.09	-0.69	0.50
2	(Konstante)	81'020.97	82'477.34		0.98	0.34
	24	-111.15	141.32	-0.09	-0.79	0.44
	35	86.18	14.52	1.06	5.94	0.00
	82	-60'536.29	51'975.56	-0.13	-1.17	0.26
	100	-0.95	0.47	-0.34	-2.03	0.05
	101	-11.99	16.92	-0.09	-0.71	0.49
3	(Konstante)	71'053.10	80'457.99		0.88	0.39
	24	-96.48	138.40	-0.08	-0.70	0.49
	35	82.47	13.41	1.02	6.15	0.00
	82	-54'691.07	50'804.63	-0.12	-1.08	0.29
	100	-0.88	0.45	-0.32	-1.95	0.06
4	(Konstante)	19'379.82	30'978.50		0.63	0.54
	35	83.74	13.15	1.03	6.37	0.00
	82	-51'786.23	50'130.44	-0.11	-1.03	0.31
	100	-0.91	0.45	-0.33	-2.03	0.05
5	(Konstante)	-316.30	24'446.35		-0.01	0.99
	35	84.62	13.14	1.04	6.44	0.00
	100	-0.93	0.45	-0.34	-2.07	0.05

Tabelle 124: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Grünpflege - Personalkosten

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	32
	Code = 1 (Selected)					AIC	MAPE
1	.841	.707	.630	92'484.37	6	908.85	86%
2	.841	.707	.646	90'537.22	5	906.85	86%
3	.837	.701	.653	89'632.25	4	904.85	80%
4	.834	.695	.660	88'741.79	3	902.85	66%
5	.826	.682	.659	88'852.07	2	900.85	55%

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Table 125: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Grünpflege - Personalkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
P-2.2.4	258'261.28	511'458.38	34
24	503.06	116.36	34
35	4'027.29	8'745.44	34
81	154'621.03	288'932.80	34
82	0.40	0.34	34
100	37'909.19	66'373.39	34
101	1'275.53	3'866.45	34

Table 126: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Grünpflege - Personalkosten

	Model	Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.
1	Regression	4.74E+11	6	7.90E+10	9.236	.000a
	Residual	1.97E+11	23	8.55E+09		
	Total	6.71E+11	29			
2	Regression	4.74E+11	5	9.48E+10	11.566	.000b
	Residual	1.97E+11	24	8.20E+09		
	Total	6.71E+11	29			
3	Regression	4.70E+11	4	1.17E+11	14.622	.000c
	Residual	2.01E+11	25	8.03E+09		
	Total	6.71E+11	29			
4	Regression	4.66E+11	3	1.55E+11	19.724	.000d
	Residual	2.05E+11	26	7.88E+09		
	Total	6.71E+11	29			
5	Regression	4.58E+11	2	2.29E+11	28.980	.000e
	Residual	2.13E+11	27	7.89E+09		
	Total	6.71E+11	29			

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

G.1.3.2. Sach- und Materialkosten

Tabelle 127: Modelle und Koeffizienten für Kosten Grünpflege - Sach- und Materialkosten

Modell		Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
1	(Konstante)	8'461.81	14'670.52		0.58	0.57
	24	-9.14	26.00	-0.05	-0.35	0.73
	81	-0.02	0.03	-0.15	-0.52	0.61
	82	5'572.47	9'445.20	0.08	0.59	0.56
	100	0.39	0.13	0.88	3.12	0.01
	101	3.63	2.95	0.17	1.23	0.23
2	(Konstante)	3'619.12	4'930.51		0.73	0.47
	81	-0.02	0.03	-0.17	-0.61	0.55
	82	5'866.87	9'241.54	0.08	0.64	0.53
	100	0.40	0.12	0.89	3.28	0.00
	101	3.86	2.83	0.18	1.37	0.18
3	(Konstante)	3'572.27	4'869.78		0.73	0.47
	82	6'336.04	9'096.94	0.09	0.70	0.49
	100	0.33	0.05	0.75	6.08	0.00
	101	3.49	2.73	0.16	1.28	0.21
4	(Konstante)	5'974.80	3'404.55		1.76	0.09
	100	0.33	0.05	0.75	6.14	0.00
	101	3.19	2.67	0.15	1.20	0.24
5	(Konstante)	7'317.86	3'238.23		2.26	0.03
	100	0.34	0.05	0.77	6.33	0.00

Tabelle 128: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Grünpflege - Sach- und Materialkosten

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	32
	Code = 1 (Selected)					AIC	MAPE
1	.790	.624	.545	16'418.71	5	619.00	272%
2	.789	.622	.561	16'128.29	4	617.00	265%
3	.785	.616	.572	15'931.58	3	615.00	254%
4	.780	.609	.580	15'778.94	2	613.00	281%
5	.767	.588	.574	15'899.19	1	611.00	294%

Tabelle 129: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Grünpflege - Sach- und Materialkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
M-2.8.4	16'397.40	24'349.45	30
24	506.87	121.75	30
81	104'260.76	236'564.46	30
82	0.36	0.33	30
100	26'744.31	55'014.02	30
101	499.13	1'109.95	30

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 130: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Grünpflege - Sach- und Materialkosten

Model	Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.	
1	Regression	1.07E+10	5	2.14E+09	7.956	.000
	Residual	6.47E+09	24	2.70E+08		
	Total	1.72E+10	29			
2	Regression	1.07E+10	4	2.67E+09	10.275	.000
	Residual	6.50E+09	25	2.60E+08		
	Total	1.72E+10	29			
3	Regression	1.06E+10	3	3.53E+09	13.914	.000
	Residual	6.60E+09	26	2.54E+08		
	Total	1.72E+10	29			
4	Regression	1.05E+10	2	5.24E+09	21.030	.000
	Residual	6.72E+09	27	2.49E+08		
	Total	1.72E+10	29			
5	Regression	1.01E+10	1	1.01E+10	40.018	.000
	Residual	7.08E+09	28	2.53E+08		
	Total	1.72E+10	29			

G.1.3.3. Fremdkosten

Tabelle 131: Modelle und Koeffizienten für Kosten Grünpflege - Fremdkosten

Modell		Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
1	(Konstante)	12'813.90	14'826.43		0.86	0.40
	81	0.02	0.09	0.10	0.25	0.81
	82	22'797.09	27'790.00	0.15	0.82	0.42
	100	0.31	0.36	0.34	0.85	0.40
	101	3.21	8.50	0.07	0.38	0.71
2	(Konstante)	12'871.06	14'554.41		0.88	0.39
	82	22'224.74	27'188.20	0.14	0.82	0.42
	100	0.39	0.16	0.42	2.40	0.02
	101	3.66	8.15	0.08	0.45	0.66
3	(Konstante)	15'111.68	13'468.82		1.12	0.27
	82	20'280.52	26'441.48	0.13	0.77	0.45
	100	0.40	0.16	0.43	2.53	0.02
4	(Konstante)	22'393.75	9'482.94		2.36	0.03
	100	0.40	0.16	0.43	2.53	0.02

Tabelle 132: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Grünpflege - Fremdkosten

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	32
	Code = 1 (Selected)						
1	.459	.211	.085	48'499.01	4	661.00	205%
2	.457	.209	.118	47'615.02	3	659.00	206%
3	.451	.203	.144	46'905.80	2	657.00	219%
4	.431	.186	.156	46'559.67	1	655.00	226%

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabella 133: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Grünpflege - Fremdkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
F-2.4.3	33'010.64	50'695.24	30
81	104'260.76	236'564.46	30
82	0.36	0.33	30
100	26'744.31	55'014.02	30
101	499.13	1'109.95	30

Tabella 134: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Grünpflege - Fremdkosten

Model		Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.
1	Regression	1.57E+10	4	3.93E+09	1.671	.188
	Residual	5.88E+10	25	2.35E+09		
	Total	7.45E+10	29			
2	Regression	1.56E+10	3	5.19E+09	2.291	.102
	Residual	5.89E+10	26	2.27E+09		
	Total	7.45E+10	29			
3	Regression	1.51E+10	2	7.56E+09	3.438	.047
	Residual	5.94E+10	27	2.20E+09		
	Total	7.45E+10	29			
4	Regression	1.38E+10	1	1.38E+10	6.381	.017
	Residual	6.07E+10	28	2.17E+09		
	Total	7.45E+10	29			

G.1.4. Kosten Winterdienst

G.1.4.1. Personalkosten

Tabelle 135: Modelle und Koeffizienten für Kosten Winterdienst - Personalkosten

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
1	(Konstante)	112'081.22	46'988.24		2.39	0.03
	2	0.09	0.06	0.11	1.49	0.15
	24	-366.24	112.04	-0.60	-3.27	0.00
	36	65.67	7.50	1.61	8.76	0.00
	42	-17'963.39	5'016.19	-0.51	-3.58	0.00
	43	16'521.22	4'478.84	0.44	3.69	0.00
	48	-200.84	153.35	-0.11	-1.31	0.20
	87	16'564.17	20'365.93	0.07	0.81	0.42
	106	-3'212.99	1'824.65	-0.68	-1.76	0.09
	107	3'809.44	1'990.25	0.68	1.91	0.07
108	4'990.85	1'892.22	0.35	2.64	0.01	
2	(Konstante)	118'985.01	45'924.57		2.59	0.02
	2	0.11	0.06	0.13	1.86	0.07
	24	-338.68	106.13	-0.56	-3.19	0.00
	36	63.94	7.15	1.57	8.94	0.00
	42	-17'553.78	4'959.46	-0.50	-3.54	0.00
	43	16'264.91	4'439.64	0.43	3.66	0.00
	48	-240.80	144.36	-0.13	-1.67	0.11
	106	-3'455.39	1'788.82	-0.73	-1.93	0.06
	107	4'062.72	1'953.37	0.73	2.08	0.05
	108	5'479.51	1'783.02	0.38	3.07	0.01
3	(Konstante)	90'836.55	44'050.68		2.06	0.05
	2	0.07	0.05	0.08	1.24	0.23
	24	-254.25	96.20	-0.42	-2.64	0.01
	36	56.87	5.94	1.40	9.58	0.00
	42	-14'014.41	4'623.15	-0.40	-3.03	0.01
	43	13'874.89	4'333.79	0.37	3.20	0.00
	106	-2'863.92	1'808.28	-0.61	-1.58	0.12
	107	3'180.59	1'939.36	0.57	1.64	0.11
	108	4'539.38	1'744.62	0.32	2.60	0.02
	4	(Konstante)	105'433.82	42'830.20		2.46
24		-256.09	97.07	-0.42	-2.64	0.01
36		55.60	5.90	1.37	9.42	0.00
42		-12'280.24	4'445.97	-0.35	-2.76	0.01
43		13'760.82	4'372.38	0.36	3.15	0.00
106		-3'086.31	1'815.76	-0.65	-1.70	0.10
107		3'315.65	1'953.97	0.60	1.70	0.10
108		5'156.10	1'687.22	0.36	3.06	0.01
5		(Konstante)	103'562.52	44'136.76		2.35
	24	-197.25	93.46	-0.33	-2.11	0.04
	36	54.71	6.06	1.34	9.03	0.00
	42	-15'045.54	4'264.14	-0.42	-3.53	0.00
	43	16'207.75	4'255.07	0.43	3.81	0.00
	106	-75.00	396.18	-0.02	-0.19	0.85
	108	3'316.39	1'332.66	0.23	2.49	0.02

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 135 (fortgesetzt)

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
6	(Konstante)	102'498.37	43'091.19		2.38	0.02
	24	-200.58	90.35	-0.33	-2.22	0.03
	36	54.93	5.85	1.35	9.38	0.00
	42	-15'042.31	4'197.27	-0.42	-3.58	0.00
	43	16'020.09	4'073.14	0.42	3.93	0.00
	108	3'179.45	1'101.70	0.22	2.89	0.01

Tabelle 136: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Winterdienst - Personalkosten

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	37
	Code = 1 (Selected)					AIC	MAPE
1	.961	.923	.893	45'844.37	6	892.01	89%
2	.960	.921	.895	45'556.09	5	890.01	88%
3	.955	.913	.888	46'983.86	4	888.01	78%
4	.953	.908	.886	47'412.87	3	886.01	84%
5	.948	.899	.879	48'875.43	2	884.01	83%
6	.948	.899	.882	48'109.37	1	882.01	83%

Tabelle 137: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Winterdienst - Personalkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
P-2.2.5	115'604.54	140'319.15	37
2	338'384.94	169'528.34	37
24	554.24	231.24	37
36	1'962.92	3'444.55	37
42	6.92	3.95	37
43	5.38	3.71	37
48	91.65	77.47	37
87	1.61	0.57	37
106	65.95	29.64	37
107	60.84	25.19	37
108	10.81	9.76	37

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 138: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Winterdienst - Personalkosten

	Model	Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.
1	Regression	6.54E+11	10	6.54E+10	31.126	.000
	Residual	5.46E+10	26	2.10E+09		
	Total	7.09E+11	36			
2	Regression	6.53E+11	9	7.25E+10	34.949	.000
	Residual	5.60E+10	27	2.08E+09		
	Total	7.09E+11	36			
3	Regression	6.47E+11	8	8.09E+10	36.637	.000
	Residual	6.18E+10	28	2.21E+09		
	Total	7.09E+11	36			
4	Regression	6.44E+11	7	9.19E+10	40.902	.000
	Residual	6.52E+10	29	2.25E+09		
	Total	7.09E+11	36			
5	Regression	6.37E+11	6	1.06E+11	44.454	.000
	Residual	7.17E+10	30	2.39E+09		
	Total	7.09E+11	36			
6	Regression	6.37E+11	5	1.27E+11	55.050	.000
	Residual	7.17E+10	31	2.31E+09		
	Total	7.09E+11	36			

G.1.4.2. Sach- und Materialkosten

Tabelle 139: Modelle und Koeffizienten für Kosten Winterdienst - Sach- und Materialkosten

	Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
1	(Konstante)	-705.60	9'183.84		-0.08	0.94
	2	-0.01	0.02	-0.08	-0.59	0.56
	42	6'663.55	1'323.52	0.92	5.04	0.00
	43	-5'624.73	1'409.14	-0.73	-3.99	0.00
	48	163.57	49.28	0.44	3.32	0.00
2	(Konstante)	-3'258.56	8'030.56		-0.41	0.69
	42	6'499.75	1'281.55	0.90	5.07	0.00
	43	-5'667.92	1'393.35	-0.74	-4.07	0.00
	48	155.10	46.70	0.42	3.32	0.00

Tabelle 140: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Winterdienst - Sach- und Materialkosten

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	37
	Code = 1 (Selected)					AIC	MAPE
1	.710	.505	.443	21'287.55	4	770.10	191%
2	.707	.499	.454	21'077.24	3	768.10	189%

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 141: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Winterdienst - Sach- und Materialkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
M-2.8.5	25'443.08	28'516.92	37
2	338'384.94	169'528.34	37
42	6.92	3.95	37
43	5.38	3.71	37
48	91.65	77.47	37

Tabelle 142: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Winterdienst - Sach- und Materialkosten

Modell		Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.
1	Regression	1.48E+10	4	3.69E+09	8.151	.000
	Residual	1.45E+10	32	4.53E+08		
	Total	2.93E+10	36			
2	Regression	1.46E+10	3	4.87E+09	10.966	.000
	Residual	1.47E+10	33	4.44E+08		
	Total	2.93E+10	36			

G.1.4.3. Fremdkosten

Tabelle 143: Modelle und Koeffizienten für Kosten Winterdienst - Fremdkosten

Modell		Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
1	(Konstante)	-102'765.11	48'246.04		-2.13	0.04
	2	0.27	0.07	0.39	3.67	0.00
	87	-9'193.87	24'996.48	-0.05	-0.37	0.72
	106	-9'276.90	2'388.03	-2.38	-3.89	0.00
	107	9'768.14	2'532.67	2.15	3.86	0.00
	108	11'880.25	2'108.86	0.99	5.63	0.00
2	(Konstante)	-113'018.42	38'857.80		-2.91	0.01
	2	0.26	0.07	0.38	3.73	0.00
	106	-9'146.97	2'330.61	-2.35	-3.93	0.00
	107	9'648.28	2'478.49	2.12	3.89	0.00
	108	11'531.61	1'858.99	0.96	6.20	0.00

Tabelle 144: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Winterdienst - Fremdkosten

Modell	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	38
	Code = 1 (Selected)					AIC	MAPE
1	.826	.682	.633	70'835.55	5	899.81	192%
2	.825	.681	.642	69'901.32	4	897.81	187%

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 145: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Winterdienst - Fremdkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
F-2.4.4	82'196.37	116'856.94	38
2	342'895.86	169'517.98	38
87	1.62	0.57	38
106	64.84	30.02	38
107	59.79	25.68	38
108	10.63	9.69	38

Tabelle 146: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Winterdienst - Fremdkosten

Model		Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.
1	Regression	3.45E+11	5	6.89E+10	13.739	.000
	Residual	1.61E+11	32	5.02E+09		
	Total	5.05E+11	37			
2	Regression	3.44E+11	4	8.60E+10	17.601	.000
	Residual	1.61E+11	33	4.89E+09		
	Total	5.05E+11	37			

G.1.5. Kosten tech. Dienste

G.1.5.1. Personalkosten

Tabelle 147: Modelle und Koeffizienten für Kosten tech. Dienste - Personalkosten

Modell		Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta		
1	(Konstante)	736.75	12'247.62		0.06	0.95
	1	0.14	0.19	0.07	0.74	0.46
	37	45.56	4.65	0.89	9.80	0.00
	90	3.88	7.48	0.05	0.52	0.61
	91	-665.70	1'721.58	-0.03	-0.39	0.70
	92	-30.25	75.50	-0.03	-0.40	0.69
2	(Konstante)	24.08	11'915.94		0.00	1.00
	1	0.14	0.19	0.07	0.75	0.46
	37	45.83	4.53	0.90	10.12	0.00
	90	3.86	7.36	0.05	0.52	0.61
	92	-27.99	74.08	-0.03	-0.38	0.71
3	(Konstante)	-1'041.04	11'399.20		-0.09	0.93
	1	0.16	0.18	0.07	0.88	0.39
	37	46.16	4.37	0.91	10.56	0.00
	90	3.45	7.17	0.04	0.48	0.63
4	(Konstante)	1'054.86	10'394.65		0.10	0.92
	1	0.19	0.16	0.09	1.15	0.26
	37	46.98	3.97	0.92	11.83	0.00
5	(Konstante)	11'283.33	5'457.47		2.07	0.05
	37	46.24	3.94	0.91	11.74	0.00

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 148: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten tech. Dienste - Personalkosten

Modell	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	32
	Code = 1 (Selected)					AIC	MAPE
1	.912	.832	.800	28'589.04	5	721.17	76%
2	.912	.831	.806	28'135.17	4	719.17	74%
3	.911	.830	.812	27'701.16	3	717.17	71%
4	.910	.829	.817	27'331.78	2	715.17	63%
5	.906	.821	.815	27'482.26	1	713.17	109%

Tabelle 149: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten tech. Dienste - Personalkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
P-2.2.6	40'461.27	63'924.39	32
1	51'728.13	30'419.38	32
37	631.03	1'252.76	32
90	1'238.19	789.04	32
91	0.91	3.03	32
92	17.34	70.85	32

Tabelle 150: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten tech. Dienste - Personalkosten

Modell		Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.
1	Regression	1.05E+11	5	2.11E+10	25.797	.000
	Residual	2.13E+10	26	8.17E+08		
	Total	1.27E+11	31			
2	Regression	1.05E+11	4	2.63E+10	33.257	.000
	Residual	2.14E+10	27	7.92E+08		
	Total	1.27E+11	31			
3	Regression	1.05E+11	3	3.51E+10	45.694	.000
	Residual	2.15E+10	28	7.67E+08		
	Total	1.27E+11	31			
4	Regression	1.05E+11	2	5.25E+10	70.287	.000
	Residual	2.17E+10	29	7.47E+08		
	Total	1.27E+11	31			
5	Regression	1.04E+11	1	1.04E+11	137.722	.000
	Residual	2.27E+10	30	7.55E+08		
	Total	1.27E+11	31			

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

G.1.5.2. Sach- und Materialkosten

Tabelle 151: Modelle und Koeffizienten für Kosten tech. Dienste - Sach- und Materialkosten

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
1	(Konstante)	25'249.82	27'071.01		0.93	0.36
	1	-0.04	0.42	-0.02	-0.10	0.92
	37	-6.15	10.28	-0.13	-0.60	0.56
	90	17.49	16.54	0.23	1.06	0.30
	91	2'346.75	3'805.22	0.12	0.62	0.54
	92	-91.53	166.88	-0.11	-0.55	0.59
2	(Konstante)	23'675.35	21'218.82		1.12	0.27
	37	-5.84	9.59	-0.12	-0.61	0.55
	90	16.86	14.92	0.22	1.13	0.27
	91	2'340.06	3'734.14	0.12	0.63	0.54
	92	-87.73	159.18	-0.10	-0.55	0.59
3	(Konstante)	22'122.86	20'767.89		1.07	0.30
	37	-5.09	9.37	-0.11	-0.54	0.59
	90	16.38	14.71	0.22	1.11	0.28
	91	2'512.56	3'674.44	0.13	0.68	0.50
4	(Konstante)	21'773.41	20'503.87		1.06	0.30
	90	13.85	13.78	0.18	1.01	0.32
	91	2'813.48	3'587.91	0.14	0.78	0.44
5	(Konstante)	24'844.84	19'996.68		1.24	0.22
	90	13.43	13.68	0.18	0.98	0.33
6	(Konstante)	41'468.84	10'618.91		3.91	0.00

Tabelle 152: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten tech. Dienste - Sach- und Materialkosten

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	32
	Code = 1 (Selected)						
1	.268	.072	-.107	63'190.56	5	717.19	503%
2	.267	.072	-.066	62'020.46	4	715.19	498%
3	.247	.061	-.040	61'244.51	3	713.19	479%
4	.226	.051	-.014	60'495.00	2	711.19	484%
5	.176	.031	-.001	60'105.47	1	709.19	532%
6	.000	0.000	0.000	60'069.60	0	707.19	715%

Tabelle 153: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten tech. Dienste - Sach- und Materialkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
M-2.8.6/7	41468.84	60'069.60	32
1	51728.13	30'419.38	32
37	631.03	1'252.76	32
90	1238.19	789.04	32
91	.91	3.03	32
92	17.34	70.85	32

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 154: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten tech. Dienste - Sach- und Materialkosten

Model	Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.	
1	Regression	8.04E+09	5	1.61E+09	.403	.842
	Residual	1.04E+11	26	3.99E+09		
	Total	1.12E+11	31			
2	Regression	8.00E+09	4	2.00E+09	.520	.722
	Residual	1.04E+11	27	3.85E+09		
	Total	1.12E+11	31			
3	Regression	6.83E+09	3	2.28E+09	.607	.616
	Residual	1.05E+11	28	3.75E+09		
	Total	1.12E+11	31			
4	Regression	5.73E+09	2	2.86E+09	.783	.467
	Residual	1.06E+11	29	3.66E+09		
	Total	1.12E+11	31			
5	Regression	3.48E+09	1	3.48E+09	.963	.334
	Residual	1.08E+11	30	3.61E+09		
	Total	1.12E+11	31			
6	Regression	0.00E+00	0	0.00E+00		.000
	Residual	1.12E+11	31	3.61E+09		
	Total	1.12E+11	31			

G.1.5.3. Fremdkosten

Tabelle 155: Modelle und Koeffizienten für Kosten tech. Dienste - Fremdkosten

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
1	(Konstante)	41'555.48	45'117.42		0.92	0.37
	1	0.75	0.69	0.21	1.10	0.28
	90	27.17	24.66	0.21	1.10	0.28
	91	-2'937.55	6'474.71	-0.08	-0.45	0.65
	92	-101.05	280.61	-0.07	-0.36	0.72
2	(Konstante)	38'045.35	43'385.92		0.88	0.39
	1	0.80	0.66	0.22	1.20	0.24
	90	26.68	24.25	0.20	1.10	0.28
	91	-2'821.67	6'368.93	-0.08	-0.44	0.66
3	(Konstante)	35'880.57	42'528.51		0.84	0.41
	1	0.77	0.65	0.21	1.19	0.25
	90	27.29	23.89	0.21	1.14	0.26
4	(Konstante)	59'334.35	37'427.41		1.59	0.12
	1	1.00	0.63	0.28	1.59	0.12
5	(Konstante)	111'160.69	18'917.06		5.88	0.00

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 156: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten tech. Dienste - Fremdkosten

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	33
	Code = 1 (Selected)					AICc	MAPE
1	.352	.124	-.001	108'722.76	4	776.32	294%
2	.347	.120	.029	107'078.91	3	774.32	293%
3	.338	.114	.055	105'634.82	2	772.32	287%
4	.275	.076	.046	106'153.23	1	770.32	350%
5	.000	0.000	0.000	108'670.26	0	768.32	411%

Tabelle 157: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten tech. Dienste - Fremdkosten

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
F-2.4.5/6/7	111'160.69	108'670.26	33
1	52'000.64	29'981.20	33
90	1'283.52	819.11	33
91	0.91	2.98	33
92	16.82	69.80	33

Tabelle 158: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten tech. Dienste - Fremdkosten

Model		Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.
1	Regression	4.69E+10	4	1.17E+10	.992	.428
	Residual	3.31E+11	28	1.18E+10		
	Total	3.78E+11	32			
2	Regression	4.54E+10	3	1.51E+10	1.319	.287
	Residual	3.33E+11	29	1.15E+10		
	Total	3.78E+11	32			
3	Regression	4.31E+10	2	2.16E+10	1.933	.162
	Residual	3.35E+11	30	1.12E+10		
	Total	3.78E+11	32			
4	Regression	2.86E+10	1	2.86E+10	2.536	.121
	Residual	3.49E+11	31	1.13E+10		
	Total	3.78E+11	32			
5	Regression	0.00E+00	0	0.00E+00		.000
	Residual	3.78E+11	32	1.18E+10		
	Total	3.78E+11	32			

G.1.6. Personalkosten Overhead

Tabelle 159: Modelle und Koeffizienten für Personalkosten Overhead

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
1	(Konstante)	-120'876.87	72'493.40		-1.67	0.15
	1	1.01	1.10	0.17	0.92	0.40
	3	-0.59	0.39	-0.62	-1.53	0.18
	9	-635.25	432.88	-0.15	-1.47	0.19
	19	-0.13	0.20	-0.11	-0.66	0.53
	26	-1.52	0.42	-0.38	-3.65	0.01
	27	0.45	0.30	0.12	1.48	0.19
	28	0.99	0.49	0.52	2.05	0.09
	29	0.47	0.32	0.46	1.49	0.19
	30	-1'368.35	1'033.68	-0.10	-1.32	0.23
	32	0.57	2.00	0.04	0.29	0.79
	38	60.25	8.66	0.98	6.96	0.00
	39	1'495.72	2'039.91	0.07	0.73	0.49
	49	1'872.41	878.10	0.16	2.13	0.08
	50	125'789.75	45'494.03	0.27	2.77	0.03
	56	-3'405.45	902.28	-0.43	-3.77	0.01
102	-36.69	271.19	-0.01	-0.14	0.90	
103	166.13	66.73	0.35	2.49	0.05	
2	(Konstante)	-123'793.67	64'176.84		-1.93	0.10
	1	1.07	0.92	0.18	1.16	0.28
	3	-0.60	0.35	-0.63	-1.73	0.13
	9	-663.39	352.02	-0.15	-1.89	0.10
	19	-0.14	0.19	-0.12	-0.75	0.48
	26	-1.52	0.39	-0.38	-3.94	0.01
	27	0.45	0.27	0.13	1.66	0.14
	28	0.99	0.45	0.52	2.21	0.06
	29	0.48	0.29	0.47	1.65	0.14
	30	-1'362.21	957.54	-0.10	-1.42	0.20
	32	0.47	1.71	0.03	0.27	0.79
	38	60.15	8.00	0.98	7.52	0.00
	39	1'571.14	1'819.46	0.08	0.86	0.42
	49	1'851.34	801.30	0.16	2.31	0.05
	50	127'747.37	39'993.01	0.28	3.19	0.02
	56	-3'404.66	836.60	-0.43	-4.07	0.01
103	165.67	61.79	0.34	2.68	0.03	

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 159 (fortgesetzt)

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
3	(Konstante)	-130'011.39	56'406.62		-2.31	0.05
	1	1.12	0.85	0.19	1.33	0.22
	3	-0.62	0.32	-0.65	-1.92	0.09
	9	-629.91	310.21	-0.15	-2.03	0.08
	19	-0.11	0.15	-0.10	-0.75	0.47
	26	-1.51	0.36	-0.38	-4.18	0.00
	27	0.44	0.25	0.12	1.74	0.12
	28	0.98	0.42	0.51	2.33	0.05
	29	0.46	0.26	0.45	1.74	0.12
	30	-1'346.14	898.72	-0.10	-1.50	0.17
	38	61.82	4.83	1.01	12.79	0.00
	39	1'829.64	1'460.02	0.09	1.25	0.25
	49	1'873.07	749.77	0.16	2.50	0.04
	50	130'030.68	36'773.30	0.28	3.54	0.01
	56	-3'334.68	748.73	-0.43	-4.45	0.00
103	164.18	57.88	0.34	2.84	0.02	
4	(Konstante)	-120'954.91	53'778.55		-2.25	0.05
	1	0.95	0.79	0.16	1.19	0.26
	3	-0.55	0.30	-0.58	-1.82	0.10
	9	-565.91	291.15	-0.13	-1.94	0.08
	26	-1.35	0.28	-0.33	-4.81	0.00
	27	0.43	0.25	0.12	1.75	0.11
	28	0.79	0.33	0.41	2.41	0.04
	29	0.35	0.22	0.34	1.63	0.14
	30	-1'565.70	829.68	-0.11	-1.89	0.09
	38	61.38	4.68	1.00	13.11	0.00
	39	1'584.84	1'389.00	0.08	1.14	0.28
	49	1'794.00	724.42	0.16	2.48	0.04
	50	120'980.50	33'918.85	0.26	3.57	0.01
56	-3'049.41	630.55	-0.39	-4.84	0.00	
103	140.94	47.82	0.29	2.95	0.02	
5	(Konstante)	-84'415.35	43'851.05		-1.93	0.08
	1	0.60	0.74	0.10	0.80	0.44
	3	-0.42	0.28	-0.44	-1.48	0.17
	9	-405.98	259.02	-0.09	-1.57	0.15
	26	-1.34	0.28	-0.33	-4.73	0.00
	27	0.40	0.25	0.11	1.61	0.14
	28	0.72	0.33	0.37	2.20	0.05
	29	0.31	0.22	0.30	1.43	0.18
	30	-1'531.57	841.57	-0.11	-1.82	0.10
	38	60.05	4.60	0.98	13.04	0.00
	49	1'626.02	719.93	0.14	2.26	0.05
	50	104'733.78	31'246.51	0.23	3.35	0.01
	56	-3'144.02	634.44	-0.40	-4.96	0.00
103	145.65	48.36	0.30	3.01	0.01	

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 159 (fortgesetzt)

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
6	(Konstante)	-64'896.03	35'917.21		-1.81	0.10
	3	-0.28	0.22	-0.29	-1.27	0.23
	9	-262.90	185.07	-0.06	-1.42	0.18
	26	-1.23	0.24	-0.30	-5.12	0.00
	27	0.36	0.24	0.10	1.49	0.16
	28	0.66	0.31	0.35	2.11	0.06
	29	0.27	0.21	0.27	1.31	0.22
	30	-1'720.89	794.81	-0.12	-2.17	0.05
	38	58.02	3.79	0.94	15.32	0.00
	49	1'659.74	707.04	0.15	2.35	0.04
	50	88'340.48	23'284.89	0.19	3.79	0.00
	56	-2'901.14	548.77	-0.37	-5.29	0.00
103	123.48	39.07	0.26	3.16	0.01	
7	(Konstante)	-67'982.08	36'721.93		-1.85	0.09
	9	-254.71	189.54	-0.06	-1.34	0.20
	26	-1.08	0.22	-0.27	-5.01	0.00
	27	0.12	0.15	0.03	0.78	0.45
	28	0.28	0.10	0.15	2.87	0.01
	29	0.02	0.07	0.02	0.35	0.73
	30	-1'520.70	798.20	-0.11	-1.91	0.08
	38	57.46	3.85	0.93	14.91	0.00
	49	1'219.64	630.87	0.11	1.93	0.08
	50	83'587.30	23'549.22	0.18	3.55	0.00
	56	-2'532.16	476.44	-0.32	-5.32	0.00
	103	93.64	31.92	0.19	2.93	0.01
8	(Konstante)	-71'674.28	33'951.19		-2.11	0.06
	9	-264.87	180.85	-0.06	-1.47	0.17
	26	-1.11	0.19	-0.28	-5.75	0.00
	27	0.12	0.14	0.03	0.84	0.42
	28	0.29	0.10	0.15	3.00	0.01
	30	-1'548.11	767.01	-0.11	-2.02	0.07
	38	58.36	2.77	0.95	21.10	0.00
	49	1'270.38	592.73	0.11	2.14	0.05
	50	86'980.87	20'703.96	0.19	4.20	0.00
	56	-2'604.48	414.11	-0.33	-6.29	0.00
	103	99.22	26.66	0.21	3.72	0.00

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Table 159 (fortgesetzt)

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
9	(Konstante)	-73'264.07	33'545.68		-2.18	0.05
	9	-237.05	175.95	-0.05	-1.35	0.20
	26	-1.11	0.19	-0.28	-5.83	0.00
	28	0.30	0.09	0.16	3.25	0.01
	30	-1'464.84	752.69	-0.11	-1.95	0.07
	38	58.90	2.66	0.96	22.13	0.00
	49	1'374.93	573.56	0.12	2.40	0.03
	50	86'929.48	20'488.25	0.19	4.24	0.00
	56	-2'574.62	408.30	-0.33	-6.31	0.00
	103	92.75	25.26	0.19	3.67	0.00
10	(Konstante)	-71'898.08	34'429.24		-2.09	0.05
	26	-1.11	0.20	-0.27	-5.65	0.00
	28	0.32	0.09	0.17	3.41	0.00
	30	-1'552.50	769.98	-0.11	-2.02	0.06
	38	58.17	2.68	0.95	21.75	0.00
	49	1'585.18	566.71	0.14	2.80	0.01
	50	79'689.86	20'301.00	0.17	3.93	0.00
	56	-2'629.93	417.12	-0.34	-6.31	0.00
	103	87.11	25.58	0.18	3.41	0.00

Table 160: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Personalkosten Overhead

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	24
	Code = 1 (Selected)					AIC	MAPE
1	.995	.990	.960	29'288.230	17	608	154%
2	.995	.990	.966	27'156.961	16	606	154%
3	.995	.990	.970	25'537.401	15	604	157%
4	.994	.989	.971	24'918.520	14	602	156%
5	.994	.987	.970	25'291.820	13	600	140%
6	.993	.986	.971	24'881.317	12	598	127%
7	.992	.984	.970	25'497.603	11	596	122%
8	.992	.984	.972	24'620.935	10	594	123%
9	.992	.983	.973	24'364.519	9	592	128%
10	.991	1	.971	25'017.686	8	590	121%

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 161: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Personalkosten Overhead

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
P-OH-2.2.7/8/9	147'745.88	147'083.00	24
1	49'704.67	24'252.00	24
3	313'034.27	155'052.00	24
9	36.46	34.00	24
19	194'113.50	122'784.00	24
25	0.00	0.00	24
26	38'766.91	36'468.00	24
27	39'666.78	40'441.00	24
28	81'583.33	76'973.00	24
29	138'992.70	144'033.00	24
30	12.25	11.00	24
32	13'058.50	8'934.00	24
38	2'317.50	2'392.00	24
39	11.96	7.00	24
49	26.33	13.00	24
50	1.62	0.32	24
56	26.86	18.75	24
102	69.92	51.42	24
103	238.83	305.30	24

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 162: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Personalkosten Overhead

Model	Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.	
1	Regression	4.92E+11	17	2.90E+10	33.768	.000
	Residual	5.15E+09	6	8.58E+08		
	Total	4.98E+11	23			
2	Regression	4.92E+11	16	3.08E+10	41.729	.000
	Residual	5.16E+09	7	7.38E+08		
	Total	4.98E+11	23			
3	Regression	4.92E+11	15	3.28E+10	50.330	.000
	Residual	5.22E+09	8	6.52E+08		
	Total	4.98E+11	23			
4	Regression	4.92E+11	14	3.51E+10	56.595	.000
	Residual	5.59E+09	9	6.21E+08		
	Total	4.98E+11	23			
5	Regression	4.91E+11	13	3.78E+10	59.065	.000
	Residual	6.40E+09	10	6.40E+08		
	Total	4.98E+11	23			
6	Regression	4.91E+11	12	4.09E+10	66.060	.000
	Residual	6.81E+09	11	6.19E+08		
	Total	4.98E+11	23			
7	Regression	4.90E+11	11	4.45E+10	68.485	.000
	Residual	7.80E+09	12	6.50E+08		
	Total	4.98E+11	23			
8	Regression	4.90E+11	10	4.90E+10	80.781	.000
	Residual	7.88E+09	13	6.06E+08		
	Total	4.98E+11	23			
9	Regression	4.89E+11	9	5.44E+10	91.575	.000
	Residual	8.31E+09	14	5.94E+08		
	Total	4.98E+11	23			
10	Regression	4.88E+11	8	6.10E+10	97.498	.000
	Residual	9.39E+09	15	6.26E+08		
	Total	4.98E+11	23			

G.1.7. Kosten Fahrzeuge und Geräte

Tabelle 163: Modelle und Koeffizienten für Kosten Fahrzeuge und Geräte

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
1	(Konstante)	1'333'040.37	840'995.17		1.59	0.15
	1	-0.72	0.64	-0.39	-1.12	0.29
	3	0.07	0.15	0.20	0.47	0.65
	31	3.07	1.63	0.53	1.89	0.09
	39	2'607.50	3'166.29	0.26	0.82	0.43
	40	19'469.12	19'959.32	0.17	0.98	0.36
	41	1'235.04	431.51	0.42	2.86	0.02
	42	-5'704.91	4'749.44	-0.31	-1.20	0.26
	43	557.34	6'105.53	0.02	0.09	0.93
	44	-1'370'802.66	831'281.45	-0.24	-1.65	0.13
	45	2.71	3.92	0.13	0.69	0.51
	46	0.15	0.30	0.08	0.49	0.63
	63	0.11	0.15	0.20	0.72	0.49
	106	3'427.28	3'051.45	1.56	1.12	0.29
	107	-3'241.30	3'134.49	-1.33	-1.03	0.33
108	10.15	1'191.46	0.00	0.01	0.99	
2	(Konstante)	1'331'748.69	784'755.17		1.70	0.12
	1	-0.72	0.60	-0.39	-1.19	0.26
	3	0.07	0.14	0.20	0.50	0.63
	31	3.08	1.46	0.53	2.11	0.06
	39	2'599.15	2'856.07	0.26	0.91	0.38
	40	19'498.78	18'644.57	0.17	1.05	0.32
	41	1'235.70	402.62	0.42	3.07	0.01
	42	-5'719.63	4'196.98	-0.31	-1.36	0.20
	43	567.38	5'683.32	0.02	0.10	0.92
	44	-1'369'486.33	774'869.73	-0.24	-1.77	0.11
	45	2.72	3.51	0.13	0.78	0.46
	46	0.15	0.28	0.08	0.52	0.61
	63	0.11	0.14	0.20	0.76	0.47
	106	3'444.06	2'210.33	1.56	1.56	0.15
	107	-3'257.77	2'340.50	-1.34	-1.39	0.19
3	(Konstante)	1'304'886.03	703'225.49		1.86	0.09
	1	-0.70	0.55	-0.38	-1.27	0.23
	3	0.06	0.12	0.18	0.54	0.60
	31	3.02	1.26	0.52	2.39	0.04
	39	2'748.13	2'323.00	0.28	1.18	0.26
	40	19'404.55	17'762.94	0.17	1.09	0.30
	41	1'244.57	374.61	0.42	3.32	0.01
	42	-5'524.67	3'543.86	-0.30	-1.56	0.15
	44	-1'342'957.44	694'350.99	-0.24	-1.93	0.08
	45	2.62	3.21	0.12	0.82	0.43
	46	0.15	0.27	0.08	0.56	0.59
	63	0.12	0.11	0.22	1.10	0.29
	106	3'307.68	1'657.54	1.50	2.00	0.07
	107	-3'110.23	1'731.29	-1.28	-1.80	0.10

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 163 (fortgesetzt)

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
4	(Konstante)	1'288'033.18	681'386.78		1.89	0.08
	1	-0.47	0.34	-0.26	-1.39	0.19
	31	3.08	1.22	0.53	2.53	0.03
	39	3'302.63	2'018.56	0.33	1.64	0.13
	40	18'060.71	17'056.83	0.16	1.06	0.31
	41	1'300.92	348.81	0.44	3.73	0.00
	42	-6'087.28	3'283.77	-0.33	-1.85	0.09
	44	-1'323'790.95	672'568.79	-0.23	-1.97	0.07
	45	2.71	3.10	0.13	0.87	0.40
	46	0.15	0.26	0.08	0.60	0.56
	63	0.14	0.10	0.25	1.37	0.20
	106	3'163.48	1'586.46	1.44	1.99	0.07
	107	-2'994.77	1'666.21	-1.23	-1.80	0.10
5	(Konstante)	1'205'452.31	650'540.28		1.85	0.09
	1	-0.48	0.33	-0.26	-1.44	0.17
	31	2.65	0.95	0.45	2.78	0.02
	39	3'275.49	1'967.54	0.33	1.67	0.12
	40	20'998.06	15'925.12	0.18	1.32	0.21
	41	1'262.65	334.31	0.42	3.78	0.00
	42	-5'446.51	3'026.26	-0.30	-1.80	0.10
	44	-1'238'967.72	640'979.96	-0.22	-1.93	0.08
	45	3.52	2.73	0.17	1.29	0.22
	63	0.15	0.09	0.29	1.67	0.12
	106	3'398.93	1'498.34	1.54	2.27	0.04
107	-3'291.70	1'550.67	-1.35	-2.12	0.05	
6	(Konstante)	1'500'106.68	623'569.98		2.41	0.03
	1	-0.38	0.33	-0.21	-1.16	0.27
	31	3.09	0.91	0.53	3.41	0.00
	39	4'482.47	1'772.18	0.45	2.53	0.02
	40	14'217.35	15'388.89	0.13	0.92	0.37
	41	1'343.18	336.18	0.45	4.00	0.00
	42	-5'985.48	3'067.98	-0.32	-1.95	0.07
	44	-1'520'759.37	616'896.74	-0.27	-2.47	0.03
	63	0.11	0.09	0.20	1.23	0.24
	106	2'908.63	1'483.59	1.32	1.96	0.07
107	-2'852.92	1'548.64	-1.17	-1.84	0.09	
7	(Konstante)	1'771'678.69	547'247.48		3.24	0.01
	1	-0.32	0.32	-0.18	-1.00	0.33
	31	3.50	0.79	0.60	4.42	0.00
	39	4'685.58	1'749.88	0.47	2.68	0.02
	41	1'279.52	327.43	0.43	3.91	0.00
	42	-6'386.71	3'022.22	-0.35	-2.11	0.05
	44	-1'776'603.29	548'549.43	-0.31	-3.24	0.01
	63	0.09	0.09	0.17	1.08	0.30
	106	2'915.49	1'476.31	1.32	1.98	0.07
107	-2'942.91	1'538.01	-1.21	-1.91	0.08	

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 163 (fortgesetzt)

Modell	Nicht standardisierter Koeffizient		Standardisierter Koeffizient	t	Sig.	
	Regressionskoeffizient B	Std. Fehler	Beta			
8	(Konstante)	1'837'847.11	543'326.47		3.38	0.00
	31	3.23	0.75	0.55	4.34	0.00
	39	4'510.60	1'741.40	0.45	2.59	0.02
	41	1'110.52	280.70	0.37	3.96	0.00
	42	-5'864.93	2'977.45	-0.32	-1.97	0.07
	44	-1'837'704.18	545'227.44	-0.32	-3.37	0.00
	63	0.03	0.05	0.05	0.48	0.64
	106	2'621.58	1'447.10	1.19	1.81	0.09
	107	-2'648.57	1'509.92	-1.09	-1.75	0.10
9	(Konstante)	1'806'646.91	527'184.85		3.43	0.00
	31	3.31	0.71	0.57	4.65	0.00
	39	4'840.76	1'565.44	0.49	3.09	0.01
	41	1'138.70	268.33	0.38	4.24	0.00
	42	-6'237.00	2'810.76	-0.34	-2.22	0.04
	44	-1'800'708.15	527'528.00	-0.32	-3.41	0.00
	106	2'353.37	1'306.11	1.07	1.80	0.09
	107	-2'395.25	1'383.85	-0.98	-1.73	0.10
10	(Konstante)	1'584'831.98	538'977.24		2.94	0.01
	31	3.08	0.74	0.53	4.18	0.00
	39	6'471.31	1'317.76	0.65	4.91	0.00
	41	1'111.35	282.32	0.37	3.94	0.00
	42	-6'257.46	2'962.47	-0.34	-2.11	0.05
	44	-1'592'236.18	541'320.06	-0.28	-2.94	0.01
	106	123.23	225.56	0.06	0.55	0.59
11	(Konstante)	1'572'891.79	528'497.99		2.98	0.01
	31	3.11	0.72	0.53	4.33	0.00
	39	6'774.32	1'173.07	0.68	5.78	0.00
	41	1'147.76	269.23	0.39	4.26	0.00
	42	-6'725.52	2'783.02	-0.36	-2.42	0.03
	44	-1'573'397.47	530'153.22	-0.28	-2.97	0.01

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabella 164: Modellzusammenstellung und Auswahl der Messgrößen für Kosten Fahrzeuge und Geräte

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standardfehler der Schätzung	Anzahl Variablen	N=	25
	Code = 1 (Selected)					AIC	MAPE
1	.954	.910	.760	27'977.74	15	581	31%
2	.954	.910	.784	26'542.12	14	579	31%
3	.954	.910	.803	25'319.53	13	577	31%
4	.953	.907	.815	24'557.66	12	575	32%
5	.951	.905	.824	23'943.05	11	573	32%
6	.945	.892	.816	24'507.31	10	571	31%
7	.941	.886	.817	24'387.37	9	569	32%
8	.937	.878	.817	24'390.78	8	567	32%
9	.936	.876	.826	23'834.82	7	565	31%
10	.924	1	.806	25'121.51	6	563	30%
11	.923	1	.813	24'653.36	5	561	31%

Tabella 165: Deskriptive Statistik für Variablen bei den Kosten Fahrzeuge und Geräte

	Durchschnitt	Standardabweichung	N
Other_2.6.1/2	85'764.01	57'061.00	25
1	48'024.64	31'388.00	25
3	285'278.01	164'822.00	25
31	12'298.04	9'761.00	25
39	10.36	6.00	25
40	1.00	1.00	25
41	14.96	19.00	25
42	6.32	3.00	25
43	4.40	2.00	25
44	1.00	0.00	25
45	3'026.06	2'693.00	25
46	42'017.92	31'283.00	25
63	230'549.36	105'901.00	25
106	65.20	26.00	25
107	60.80	23.00	25
108	10.16	9.05	25

Anhang G - Kostenmodell - Regressionsauswertung

Tabelle 166: Varianzanalyse (ANOVA) für Modelle für Kosten Fahrzeuge und Geräte

Model		Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.
1	Regression	7.11E+10	15	4.74E+09	6.055	.005
	Residual	7.04E+09	9	7.83E+08		
	Total	7.81E+10	24			
2	Regression	7.11E+10	14	5.08E+09	7.209	.002
	Residual	7.04E+09	10	7.04E+08		
	Total	7.81E+10	24			
3	Regression	7.11E+10	13	5.47E+09	8.530	.001
	Residual	7.05E+09	11	6.41E+08		
	Total	7.81E+10	24			
4	Regression	7.09E+10	12	5.91E+09	9.798	.000
	Residual	7.24E+09	12	6.03E+08		
	Total	7.81E+10	24			
5	Regression	7.07E+10	11	6.43E+09	11.210	.000
	Residual	7.45E+09	13	5.73E+08		
	Total	7.81E+10	24			
6	Regression	6.97E+10	10	6.97E+09	11.611	.000
	Residual	8.41E+09	14	6.01E+08		
	Total	7.81E+10	24			
7	Regression	6.92E+10	9	7.69E+09	12.932	.000
	Residual	8.92E+09	15	5.95E+08		
	Total	7.81E+10	24			
8	Regression	6.86E+10	8	8.58E+09	14.419	.000
	Residual	9.52E+09	16	5.95E+08		
	Total	7.81E+10	24			
9	Regression	6.85E+10	7	9.78E+09	17.222	.000
	Residual	9.66E+09	17	5.68E+08		
	Total	7.81E+10	24			
10	Regression	6.68E+10	6	1.11E+10	17.637	.000
	Residual	1.14E+10	18	6.31E+08		
	Total	7.81E+10	24			
11	Regression	6.66E+10	5	1.33E+10	21.914	.000
	Residual	1.15E+10	19	6.08E+08		
	Total	7.81E+10	24			

G.2. Privatbahnen

Die Entwicklung von Regressionsmodellen war nicht möglich infolge unvollständiger Daten insbesondere fehlender Angaben bei den betriebswirtschaftlichen Kostendaten.

Anhang H. Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Dieser Anhang ist der ausführliche Beschrieb der Datenbank-Tabellen mit allen Attributen.

Tabelle 167: Datenbank-Tabelle für Kosten-Attribute

kosten (dbo)			
	Spaltenname	Datentyp	NULL-Werte zula...
	id	int	<input type="checkbox"/>
	fragebogen_unique_identifizier	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	gemeinde_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	jahr	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	kosten_art	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	prozess	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	betrag	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	betrag_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	change_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	change_datum	date	<input checked="" type="checkbox"/>
	privatbahn_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Tabelle 168: Datenbank-Tabelle für Kostenart-Attribute

ct kostenart (dbo)			
	Spaltenname	Datentyp	NULL-Werte zula...
	id	int	<input type="checkbox"/>
	bezeichnung	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	parent_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	change_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	change_datum	date	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Tabelle 169: Datenbank-Tabelle für Prozess-Attribute

ct prozess (dbo)			
	Spaltenname	Datentyp	NULL-Werte zula...
	id	int	<input type="checkbox"/>
	bezeichnung	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	parent_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	change_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	change_datum	date	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 170: Datenbank-Tabelle für Gemeinde Informations-Attribute

gemeinde (dbo)			
	Spaltenname	Datentyp	NULL-Werte zula...
🔑	id	int	<input type="checkbox"/>
	fragebogen_unique_identifizier	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	bezeichnung	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	gemeinde_nr	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	jahr	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_einwohner	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	temp_minimum	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	temp_maximum	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_tage_unter_0grad	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_tage_ueber_30grad	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_tage_frostwechsel	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_tage_ueber_10mm_regen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_tage_ueber_20mm_regen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_tage_ueber_1cm_schneefall	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_fahrzeuge	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_fahrzeuge_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_geraetschaften	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_geraetschaften_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_personenwagen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_personenwagen_genauigk..	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_lieferwagen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_lieferwagen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_lastwagen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_lastwagen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_spezialfahrzeuge	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_spezialfahrzeuge_genauig...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_wischfz	float	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 170 (fortgesetzt)

anzahl_wischfz_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_pfluege	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_pfluege_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_streuer	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_streuer_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_eigene_fahrzeuge	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_eigene_fahrzeuge_genauig...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_leuchten	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_leuchten_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
beleuchtung_kwh	float	<input checked="" type="checkbox"/>
beleuchtung_kwh_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_lsa	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_lsa_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ea	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ea_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_signale	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_signale_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_leiteinrichtungen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_leiteinrichtungen_genauig...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_baenke	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_baenke_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_unterstaende	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_unterstaende_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_brunnen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_brunnen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_entsorgung	float	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 170 (fortgesetzt)

anzahl_entsorgung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_abfalleimer	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_abfalleimer_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_robidog	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_robidog_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_baeume	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_baeume_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_buero	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_buero_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_werkstatt	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_werkstatt_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_lager_innen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_lager_innen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_lager_aussen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_lager_aussen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_clean_taegli	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_clean_taegli_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_clean_wo	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_clean_wo_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_clean_2wo	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_clean_2wo_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_clean_mt	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_clean_mt_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_noclean	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_noclean_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_wischmaschine	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_wischmaschine_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 170 (fortgesetzt)

m2_clean_masch	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_clean_masch_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
clean_schaechte_kleiner_1	float	<input checked="" type="checkbox"/>
clean_scheachte_kleiner_1_genau...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
clean_schaechte_1	float	<input checked="" type="checkbox"/>
clean_schaechte_1_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
clean_schaechte_groesser_1	float	<input checked="" type="checkbox"/>
clean_schaechte_groesser_1_gena...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m_clean_entwaesserung_kleiner_1	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m_clean_entwaesserung_kleiner_1...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m_clean_entwaesserung_1	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m_clean_entwaesserung_1_genau...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m_clean_entwaesserung_groesser...	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m_clean_entwaesserung_groesser...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_kuebelleerung_taegl	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_kuebelleerung_taeglich_g...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_kuebelleerung_wo	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_kuebelleerung_wo_genau...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_kuebelleerung_mt	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_kuebelleerung_mt_genau...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_kuebelleerung_anders	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_kuebelleerung_anders_ge...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruenpflege_groesser_5	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruenpflege_groesser_5_gen...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruenpflege_2_5	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruenpflege_2_5_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 170 (fortgesetzt)

m2_gruenpflege_kleiner_2	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruenpflege_kleiner_2_genau...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_gruenpflege_masch	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_gruenpflege_masch_genau...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_fz	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_fz_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fz	float	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fz_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_total	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_total_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_klbau	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_klbau_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_reinigung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_reinigung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_gruenpflege	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_gruenpflege_genauig...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_winterdienst	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_winterdienst_genauig...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_beleuchtung_techd	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_beleuchtung_techd_g...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_overhead	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_overhead_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_fuehrung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_fuehrung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_controlling	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_controlling_genauigk...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_verwaltung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_ma_verwaltung_genauigk...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_total	float	<input checked="" type="checkbox"/>


Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 170 (fortgesetzt)

std_ma_total_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_klbaul	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_klbaul_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_reinigung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_reinigung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_gruenpflege	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_gruenpflege_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_winterdienst	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_winterdienst_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_beleuchtung_techd	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_beleuchtung_techd_gena...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_fuehrung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_fuehrung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_controlling	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_controlling_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_verwaltung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ma_verwaltung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
change_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
change_datum	date	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 171: Datenbank-Tabelle für Strassennetz Informations-Attribute

strassennetz (dbo)			
	Spaltenname	Datentyp	NULL-W...
	id	int	<input type="checkbox"/>
	fragebogen_unique_identifizier	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	gemeinde_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	jahr	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_oberflaeche_belag	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_oberflaeche_belag_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_oberflaeche_verbundstein	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_oberflaeche_verbundstein_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_oberflaeche_chaussiert	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_oberflaeche_chaussiert_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_zone_innerorts	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_zone_innerorts_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_geometrie_gewachsen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_geometrie_gewachsen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_geometrie_geplant_in_siedlungen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_geometrie_geplant_in_siedlungen_genauigk...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_geometrie_geplant_verbindend	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_geometrie_geplant_verbindend_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_geometrie_geographiebedingt	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_gesamt_geometrie_geographiebedingt_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_MIV	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_MIV_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_MIV_untergrund_ohne_andere_netzwerke	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_MIV_untergrund_ohne_andere_netzwerke_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 171 (fortgesetzt)

m2_MIV_untergrund_1_bis_3_andere_netzerke	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_untergrund_1_bis_3_andere_netzerke_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_untergrund_mehr_als_3_andere_netzwerke	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_untergrund_mehr_als_3_andere_netzwerke_gena...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_hoehenlage_unter_500m	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_hoehenlage_unter_500m_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_hoehenlage_500_bis_unter_1000m	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_hoehenlage_500_bis_unter_1000m_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_hoehenlage_1000_bis_unter_1500m	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_hoehenlage_1000_bis_unter_1500m_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_hoehenlage_ueber_1500m	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_hoehenlage_ueber_1500m_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_steigung_unter_5proz	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_steigung_unter_5proz_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_steigung_unter_5proz_bis_unter_8proz	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_steigung_unter_5proz_bis_unter_8proz_genauigk...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_steigung_ueber_8proz	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_steigung_ueber_8proz_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_oev_mit_tram	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_oev_mit_tram_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_oev_mit_bus	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_oev_mit_bus_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_belastungskat_IA	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_belastungskat_IA_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_belastungskat_IB	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_belastungskat_IB_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_belastungskat_IC	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_belastungskat_IC_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_belastungskat_II	float	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 171 (fortgesetzt)

m2_MIV_belastungskat_II_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_belastungskat_III	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_belastungskat_III_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_belstungskat_IV	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_belstungskat_IV_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_lastklasse_T1	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_lastklasse_T1_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_lastklasse_T2	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_lastklasse_T2_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_lastklasse_T3	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_lastklasse_T3_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_lastklasse_T4	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_lastklasse_T4_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_lastklasse_groesser_T4	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_lastklasse_groesser_T4_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_schwerverkehr_groesser_100	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_MIV_schwerverkehr_groesser_100_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_LV	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_LV_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_dritte	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_dritte_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_parkplaetze	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_parkplaetze_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_plaetze	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_plaetze_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m_MIV	float	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 171 (fortgesetzt)

m_MIV_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m_LV	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m_LV_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m_MIV_belastungskat_IA	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m_MIV_belastungskat_IA_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m_MIV_belastungskat_IB	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m_MIV_belastungskat_IB_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m_MIV_belastungskat_IC	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m_MIV_belastungskat_IC_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m_MIV_belastungskat_II	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m_MIV_belastungskat_II_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m_MIV_belastungskat_III	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m_MIV_belastungskat_III_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m_MIV_belastungskat_IV	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m_MIV_belastungskat_IV_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
alter_durchschnitt	float	<input checked="" type="checkbox"/>
alter_durchschnitt_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
erstellungsdatum_anteil_vor_2000	float	<input checked="" type="checkbox"/>
erstellungsdatum_anteil_vor_2000_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
erstellungsdatum_anteil_2000_bis_2009	float	<input checked="" type="checkbox"/>
erstellungsdatum_anteil_2000_bis_2009_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
erstellungsdatum_anteil_ab_2010	float	<input checked="" type="checkbox"/>
erstellungsdatum_anteil_ab_2010_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
strassenzust	float	<input checked="" type="checkbox"/>
strassebzust_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_strassenzust_gut	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_strassenzust_gut_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_strassenzust_mittel	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_strassenzust_mittel_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>


Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 171 (fortgesetzt)

anteil_strassenzust_ausreichend	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_strassenzust_ausreichend_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_strassenzust_kritisch	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_strassenzust_kritisch_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_strassenzust_schlecht	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_strassenzusta_schlecht_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_halte_tram	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_halte_tram_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_halte_bus	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_halte_bus_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_busbuchten	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_busbuchten_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_winterdienst_a	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_winterdienst_a_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_winterdienst_b	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_winterdienst_b_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_winterdienst_c	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_winterdienst_c_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_winterdienst_d	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_winterdienst_d_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
tonnen_salz	float	<input checked="" type="checkbox"/>
tonnen_salz_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
klbaulunterhalt_los1	float	<input checked="" type="checkbox"/>
klbaulunterhalt_los1_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
klbaulunterhalt_los2	float	<input checked="" type="checkbox"/>
klbaulunterhalt_los_2_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 172: Datenbank-Tabelle für Privatbahn Informations-Attribute

privatbahn (dbo)			
	Spaltenname	Datentyp	NULL-...
	id	int	<input type="checkbox"/>
	fragebogen_unique_identifizier	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	bezeichnung	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	privatbahn_nr	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	jahr	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	temp_minimum	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	temp_maximum	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_tage_unter_0grad	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_tage_ueber_30grad	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_tage_frostwechsel	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_tage_ueber_10mm_regen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_tage_ueber_20mm_regen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_tage_ueber_1cm_schneefall	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_ma_bau	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_ma_bau_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_ma_ea	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_ma_ea_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_ma_fuehrung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_ma_fuehrung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_ma_controlling	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_ma_controlling_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_ma_verwaltung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_ma_verwaltung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	std_unt_kubau	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	std_unt_kubau_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	std_unt_stopf_plan	float	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 172 (fortgesetzt)

std_unt_stopf_plan_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_schleif	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_schleif_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_weichen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_weichen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_fahrbahn_allg	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_fahrbahn_allg_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_publik	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_publik_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_winter	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_winter_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_reinigung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_reinigung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_gruen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_gruen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_bahnstromanl	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_bahnstromanl_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_sichanl	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_sichanl_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_elektranl	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_unt_elektranl_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_fuehrung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_fuehrung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_controlling	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_controlling_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ustue_fuehrung_controlling	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_ustue_fuehrung_controlling_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_schiene_fzg	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_schiene_fzg_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 172 (fortgesetzt)

anzahl_maschinen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_maschinen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_betrieb_zugfz	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_betrieb_zugfz_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
std_betrieb_spezialfzg	float	<input checked="" type="checkbox"/>
std_betrieb_spezialfzg_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_strassenfzg	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_strassenfzg_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_kunstabauten_inspektion_taegl_oder_wo	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_kunstabauten_inspektion_tagel_oder_wo_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_kunstabauten_inspektion_mo	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_kunstabauten_inspektion_mo_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_kunstabauten_inspektion_halbj_jahr	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_kunstabauten_inspektion_halbj_jahr_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_inspektion_tagel_oder_wo	float	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_inspektion_taegl_oder_wo_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_inspektion_mo	float	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_inspektion_mo_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_inspektion_halbj_jahr	float	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_inspektion_halbj_jahr_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_inspektion_streckenlaeufer	float	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_inspektion_streckenläufer_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_inspektion_messwagen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_inspektion_messwagen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_reinigung_1xpa	float	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_reinigung_1xpa_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_reinigung_2xpa_unf_mehr	float	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_reinigung_2xpa_und_mehr_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_reinigung_ohne	float	<input checked="" type="checkbox"/>
km_fahrbahn_reinigung_ohne_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 172 (fortgesetzt)

anteil_fahrbahn_reinigung_maschinell	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_fahrbahn_reinigung_maschinell_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_reinigung_taegl	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_reinigung_taegl_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_reinigung_wo	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_reinigung_wo_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_reinigung_weniger_wo	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_reinigung_weniger_wo_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_reinigung_ohne	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_reinigung_ohne_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_publikumsanlagen_reinigung_maschinell	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_publikumsanlagen_reinigung_maschinell_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruenflaeche_pflege_5xpa_und_mehr	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruenflaeche_pflege_5xpa_und_mehr_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruenflaeche_pflege_2x_bis_5xpa	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruenflaeche_pflege_2x_bis_5xpa_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruenflaeche_pflege_weniger_2xpa	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruenflaeche_pflege_weniger_2xpa_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_gruenflaeche_maschinelle_bearbeitung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_gruenflaeche_maschinelle_bearbeitung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_winterdienst_schwarz	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_winterdienst_schwarz_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_winterdienst_reduziert_schwarz	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_winterdienst_reduziert_schwarz_g...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_winterdienst_weiss	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_winterdienst_weiss_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_winterdienst_ohne	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_publikumsanlagen_winterdienst_ohne_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_bahnstromanlagen_inspektion_tagel_oder_wo	float	<input checked="" type="checkbox"/>


Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 172 (fortgesetzt)

anteil_bahnstromanlagen_inspektion_tagel_oder_wo_gen...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_bahnstromanlagen_inspektion_mo	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_bahnstromanlagen_inspektion_mo_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_bahnstromanlagen_inspektion_halbj_jahr	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_bahnstromanlagen_inspektion_halbj_jahr_genauigk...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_sicherungsanlagen_inspektion_tagel_oder_wo	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_sicherungsanlagen_inspektion_tagel_oder_wo_gen...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_sicherungsanlagen_inspektion_mo	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_sicherungsanlagen_inspektion_mo_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_sicherungsanlagen_inspektion_halbj_jahr	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_sicherungsanlagen_inspektion_halbj_jahr_genuaigk...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_elektr_anlagen_inspektion_taegl_oder_wo	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_elektr_anlagen_inspektion_tagel_oder_wo_genauig...	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_elektr_anlagen_inspektion_mo	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_elektr_anlagen_inspektion_mo_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_elektr_anlagen_inspektion_halbj_jahr	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_elektr_anlagen_inspektion_halbj_jahr_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
change_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
change_date	date	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 173: Datenbank-Tabelle für Schienennetz Informations-Attribute

schienennetz (dbo)			
	Spaltenname	Datentyp	NULL-...
	id	int	<input type="checkbox"/>
	fragebogen_unique_identifizier	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	privatbahn_nr	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	jahr	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	km_hauptgeleise	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	km_hauptgeleise_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	km_nebengeleise	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	km_nebengeleise_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	km_oberbau_in_schotter	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	km_oberbau_in_schotter_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	km_trasse_mit_pss	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	km_trasse_mit_pss_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	km_schotter_auf_asphalt	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	km_schotter_auf_asphalt_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_weichen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_weichen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	km_zahnstangen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	km_zahnstangen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_zahnstangenweichen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_zahnstangenweichen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_stationen_bedient	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_stationen_bedient_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_stationen_unbedient	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_stationen_unbedient_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_stationen_1_gleis	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_stationen_1_gleis_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 173 (fortgesetzt)

anzahl_stationen_2_gleise	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_stationen_2_gleise_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_stationen_2_und_mehr_gleise	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_stationen_2_und_mehr_gleise_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_perronkoerper	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_perronkoerper_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_perrondaecher	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_perrondaecher_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_oeff_bereiche	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_oeff_bereiche_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_pp	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_pp_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_lagerplaetze	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_lagerplaetze_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_werkstaetten	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_werkstaetten_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_dienstgebäude	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_dienstgebäude_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_werkstaetten	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_werkstaetten_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_dienstgebäude	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_dienstgebäude_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_buero	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_buero_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruenflaeche	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_gruenflaeche_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_einzelbaeume	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_einzelbaeume_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m2_schutzwald	float	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 173 (fortgesetzt)

m2_schutzwald_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m_fahrleitung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m_fahrleitung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_unterwerke	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_unterwerke_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_schaltposten	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_schaltposten_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_leitsysteme	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_leitsysteme_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_transformatoren	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_transformatoren_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_gleichrichter	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_gleichrichter_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_umrichter_umformer	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_umrichter_umformer_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
m_uebertragungsleitung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
m_uebertragungsleitung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_stellwerke	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_stellwerke_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_zugsbeeinflussung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_zugsbeeinflussung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_zugkontrolleinrichtungen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_zugkontrolleinrichtungen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_signale	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_signale_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_uebergaenge_mit_schranke	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_uebergaenge_mit_schranke_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_uebergaenge_ohne_schranke	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_uebergaenge_ohne_schranke_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_uebergaenge_befahrbar	float	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 173 (fortgesetzt)

anzahl_uebergaenge_befahrbar_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_uebergaenge_nicht_befahrbar	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_uebergaenge_nicht_befahrbar_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_telkomanlagen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_telkomanlagen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_datenkomanlagen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_datenkomanlagen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_kundeninfosys	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_kundeninfosys_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_uhrenanlagen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_uhrenanlagen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_heizungen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_heizungen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_beleuchtung	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_beleuchtung_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_betriebsleitstellen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_betriebsleitstellen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_befoerderanlagen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_befoerderanlagen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_gleise_siedlungsgebiet	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_gleise_siedlungsgebiet_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_gleise_ueber_1000m	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_gleise_ueber_1000m_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_gleise_kurvenradius_unter_500m	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_gleise_kurvenradius_unter_500m_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_gleise_steigung_ueber_25promille	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_gleise_steigung_ueber_25promille_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_trassenkm	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_trassenkm_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 173 (fortgesetzt)

anzahl_bruttotonnenkm	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_bruttotonnenkm_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_riv_k_a	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_riv_k_a_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_riv_sk_b1	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_riv_sk_b1_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_riv_sk_b2	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_riv_sk_b2_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_riv_sk_c2	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_riv_sk_c2_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_riv_sk_c3	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_riv_sk_c3_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_riv_sk_c4	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_riv_sk_c4_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_riv_sk_d2	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_riv_sk_d2_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_betrieb_unter_18std	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_betrieb_unter_18std_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_auslastung_ueber_50prozent	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anteil_km_auslastung_ueber_50_prozent_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
alter_geleise_anteil_0bis10jahre	float	<input checked="" type="checkbox"/>
alter_geleise_anteil_0bis10jahre_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
alter_geleise_anteil_10bis20jahre	float	<input checked="" type="checkbox"/>
alter_geleise_anteil_10bis20jahre_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
alter_geleise_anteil_20bis30jahre	float	<input checked="" type="checkbox"/>
alter_geleise_anteil_20bis30jahre_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
alter_geleise_anteil_30bis40jahre	float	<input checked="" type="checkbox"/>
alter_geleise_anteil_30bis40jahre_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
alter_geleise_anteil_ueber40jahre	float	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 173 (fortgesetzt)

alter_geleise_anteil_ueber40jahre_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_geleise_anteil_zkl1	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_geleise_anteil_zkl1_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_geleise_anteil_zkl2	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_geleise_anteil_zkl2_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_geleise_anteil_zkl3	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_geleise_anteil_zkl3_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_geleise_anteil_zkl4	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_geleise_anteil_zkl4_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_geleise_anteil_zkl5	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_geleise_anteil_zkl5_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
alter_weichen_durchschnitt_jahre	float	<input checked="" type="checkbox"/>
alter_weichen_durchschnitt_jahre_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_weichen_anteil_zkl1	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_weichen_anteil_zkl1_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_weichen_anteil_zkl2	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_weichen_anteil_zkl2_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_weichen_anteil_zkl3	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_weichen_anteil_zkl3_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_weichen_anteil_zkl4	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_weichen_anteil_zkl4_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_weichen_anteil_zkl5	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_weichen_anteil_zkl5_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_bahnstromanlagen_anteil_zkl1	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_bahnstromanlagen_anteil_zkl1_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_bahnstromanlagen_anteil_zkl2	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_bahnstromanlagen_anteil_zkl2_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_bahnstromanlagen_anteil_zkl3	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_bahnstromanlagen_anteil_zkl3_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_bahnstromanlagen_anteil_zkl4	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_elektr_anlagen_anteil_zkl4_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_elektr_anlagen_anteil_zkl5	float	<input checked="" type="checkbox"/>
zustand_elektr_anlagen_anteil_zkl5_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_stoerungen	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_stoerungen_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_schienefehler	float	<input checked="" type="checkbox"/>
anzahl_schienefehler_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
change_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
change_date	date	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Anhang H - Datenbank-Tabellen mit allen Attributen

Tabelle 174: Datenbank-Tabelle für Kunstbaute-Attribute

kunstbaute (dbo)			
	Spaltenname	Datentyp	NULL-Werte zulassen
🔑	id	int	<input type="checkbox"/>
	fragebogen_unique_identifizier	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	gemeinde_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	kunstbaute_art	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	alter_durchschnitt	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	alter_durchschnitt_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_kunstbauten	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anzahl_kunstbauten_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	m2_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	m	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	m_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	jahr	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anteil_zustandsklasse_1	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anteil_zustandsklasse_1_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anteil_zustandsklasse_2	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anteil_zustandsklasse_2_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anteil_zustandsklasse_3	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anteil_zustandsklasse_3_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anteil_zustandsklasse_4	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anteil_zustandsklasse_4_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	anteil_zustandsklasse_5	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	anteil_zustandsklasse_5_genauigkeit	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	change_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	change_datum	date	<input checked="" type="checkbox"/>
	privatbahn_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Tabelle 175: Datenbank-Tabelle für Kunstbaute Art-Attribute

ct kunstbaute art (dbo)			
	Spaltenname	Datentyp	NULL-Werte zula...
🔑	id	int	<input type="checkbox"/>
	bezeichnung	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	change_id	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	change_datum	date	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>