

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------------|
| Zusammenfassung | 1 |
| 1. Einleitung | 1-1 |
| 2. Allgemeines Vorgehen und Abgrenzung | 2-1 |
| 3. Stand der Technik | 3-1 |
| 3.1 Informations- und Kommunikationstechnologien für das Winterdienstmanagement | 3-1 |
| 3.2 Systeme in der Schweiz | 3-2 |
| 3.2.1 Straßenwetterinformationssysteme | 3-3 |
| 3.2.2 Einsatzauslösung und -leitung | 3-11 |
| 3.2.3 Einsatzdokumentation | 3-13 |
| 3.3 Internationale Entwicklungen | 3-16 |
| 3.3.1 Übersicht | 3-16 |
| 3.3.2 Nutzen der eingesetzten Systeme | 3-23 |
| 3.3.3 Straßenwetterprognosen | 3-25 |
| 3.3.4 Stationäre und mobile Erfassung des Straßenzustands | 3-28 |
| 3.3.5 Abschnittsbezogene Prognosen und Automatisierung der Einsatzentscheidung | 3-30 |
| 3.3.6 Automatisierung des Winterdiensteinsatzes | 3-33 |
| 3.4 Zusammenfassende Bewertung | 3-35 |
| 4. Durchgeführte Untersuchungen in drei Werkhöfen | 4-1 |
| 4.1 Einsatzbedingungen in den drei Werkhöfen | 4-1 |
| 4.1.1 Werkhof Sprengi (Kanton Luzern) | 4-1 |
| 4.1.2 Werkhof Winterthur (Kanton Zürich) | 4-3 |
| 4.1.3 Werkhof Fribourg-Nord (Kanton Fribourg) | 4-5 |
| 4.2 Analyse des Einsatzentscheids | 4-6 |
| 4.2.1 Methodik | 4-6 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 4.2.2 | Ergebnisse Werkhof Sprengi (Kanton Luzern) | 4-9 |
| 4.2.3 | Ergebnisse Werkhof Winterthur (Kanton Zürich) | 4-16 |
| 4.2.4 | Ergebnisse Werkhof Fribourg-Nord (Kanton Fribourg) | 4-19 |
| 4.2.5 | Gesamtbewertung | 4-25 |
| 4.3 | Analyse der Verwendung aufgezeichneter Einsatzdaten | 4-29 |
| 5. | Vergleich von stationären und mobilen Messungen der Fahrbahntemperatur | 5-1 |
| 5.1 | Methodik | 5-1 |
| 5.2 | Korrelation der gemessenen Wertepaare | 5-3 |
| 5.3 | Schlussfolgerungen | 5-9 |
| 6. | Vergleich der Prognosegüte von Straßenoberflächenprognosen für den Kanton Zug und den Kanton Luzern | 6-1 |
| 6.1 | Einleitung | 6-1 |
| 6.2 | Ziel der Untersuchung | 6-1 |
| 6.3 | Vorgehen und Beschreibung des Gebiets | 6-2 |
| 6.4 | Ergebnisse | 6-3 |
| 6.5 | Schlussfolgerungen | 6-4 |
| 6.6 | Empfehlungen | 6-5 |
| 7. | Kosten der Systeme | 7-1 |
| 7.1 | Methodik der Kostenermittlung | 7-1 |
| 7.2 | Kosten der einzelnen Komponenten | 7-2 |
| 7.3 | Gesamtkosten | 7-6 |
| 8. | Nutzen der Systeme | 8-9 |
| 8.1 | Verkehrssicherheit | 8-9 |
| 8.1.1 | Allgemeines | 8-9 |
| 8.1.2 | Kriterien aus den Untersuchungen und den Interviews | 8-9 |
| 8.1.3 | Analyse der Unfallzahlen | 8-27 |
| 8.2 | Verkehrsfluss | 8-31 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 8.3 | Umwelt | 8-32 |
| 8.3.1 | Allgemeines | 8-32 |
| 8.3.2 | Kriterien aus den Untersuchungen und den Interviews | 8-33 |
| 8.4 | Wirtschaftlichkeit des Winterdienstes und volkswirtschaftlicher Nutzen | 8-36 |
| 8.4.1 | Allgemeines | 8-36 |
| 8.4.2 | Investitions- und Betriebskosten eines WMS | 8-37 |
| 8.4.3 | Wirtschaftliche Optimierungen dank eines WMS | 8-37 |
| 8.4.4 | Einsparungen und Kosten: Vergleich vor/nach Einführung WMS | 8-40 |
| 8.4.5 | Volkswirtschaftlicher Nutzen des Winterdienstes mit Einsatz von modernen Kommunikationsmitteln | 8-41 |
| 8.4.6 | Bewertung | 8-42 |
| 8.5 | Soziale Aspekte | 8-43 |
| 8.5.1 | Allgemeines | 8-43 |
| 8.5.2 | Kriterien aus den Untersuchungen und den Interviews | 8-43 |
| 8.5.3 | Bewertung der sozialen Aspekte | 8-46 |
| 9. | Zusammenfassung und Gesamtbewertung der vorhandenen Systeme | 9-1 |
| 9.1 | Analysen des Einsatzentscheids | 9-1 |
| 9.2 | Analyse der Verwendung aufgezeichneter Einsatzdaten | 9-2 |
| 9.3 | Vergleich der Prognosegüte von Strassenoberflächenprognosen für den Kanton Zug und den Kanton Luzern | 9-2 |
| 9.4 | Kosten der Systeme | 9-3 |
| 9.5 | Nutzen der Systeme | 9-4 |
| 9.5.1 | Verkehrssicherheit | 9-4 |
| 9.5.2 | Verkehrsfluss | 9-6 |
| 9.5.3 | Umwelt | 9-6 |
| 9.5.4 | Wirtschaftlichkeit und volkswirtschaftlicher Nutzen | 9-6 |
| 9.5.5 | Soziale Aspekte | 9-7 |

| | | |
|------------------------------------|---|-------------|
| 9.5.6 | Gesamtbewertung des Nutzens der Systeme | 9-8 |
| 10. | Empfehlungen | 10-1 |
| 10.1 | Einsatz der Systeme | 10-1 |
| 10.2 | Entwicklungs- und Untersuchungsbedarf | 10-4 |
| Literaturverzeichnis | | 1 |
| Verzeichnis der Abbildungen | | 9 |
| Verzeichnis der Tabellen | | 14 |
| Verzeichnis des Anhangs | | 16 |
| Anhang | | 16 |
| 16-1 | Vergleich der Prognosekosten von Straßensicherheitsmaßnahmen für den Kosten-Zeit- und dem Nutzen-Lernen | 16-1 |
| 16-2 | 16.1 Zielsetzung | 16-1 |
| 16-3 | 16.2 Ziel der Untersuchung | 16-1 |
| 16-4 | 16.3 Vorgehensweise | 16-2 |
| 16-5 | 16.4 Ergebnisse | 16-3 |
| 16-6 | 16.5 Zusammenfassung und Diskussion | 16-4 |
| 16-7 | 16.6 Zusammenfassung | 16-5 |
| 16-8 | 16.7 Kosten der Systeme | 16-7 |
| 16-9 | 16.8 Nutzen der Systeme | 16-8 |
| 16-10 | 16.9 Zusammenfassung | 16-9 |
| 16-11 | 16.10 Zusammenfassung | 16-10 |
| 16-12 | 16.11 Zusammenfassung | 16-11 |
| 16-13 | 16.12 Zusammenfassung | 16-12 |
| 16-14 | 16.13 Zusammenfassung | 16-13 |
| 16-15 | 16.14 Zusammenfassung | 16-14 |
| 16-16 | 16.15 Zusammenfassung | 16-15 |
| 16-17 | 16.16 Zusammenfassung | 16-16 |
| 16-18 | 16.17 Zusammenfassung | 16-17 |
| 16-19 | 16.18 Zusammenfassung | 16-18 |
| 16-20 | 16.19 Zusammenfassung | 16-19 |
| 16-21 | 16.20 Zusammenfassung | 16-20 |
| 16-22 | 16.21 Zusammenfassung | 16-21 |
| 16-23 | 16.22 Zusammenfassung | 16-22 |
| 16-24 | 16.23 Zusammenfassung | 16-23 |
| 16-25 | 16.24 Zusammenfassung | 16-24 |
| 16-26 | 16.25 Zusammenfassung | 16-25 |
| 16-27 | 16.26 Zusammenfassung | 16-26 |
| 16-28 | 16.27 Zusammenfassung | 16-27 |
| 16-29 | 16.28 Zusammenfassung | 16-28 |
| 16-30 | 16.29 Zusammenfassung | 16-29 |
| 16-31 | 16.30 Zusammenfassung | 16-30 |
| 16-32 | 16.31 Zusammenfassung | 16-31 |
| 16-33 | 16.32 Zusammenfassung | 16-32 |
| 16-34 | 16.33 Zusammenfassung | 16-33 |
| 16-35 | 16.34 Zusammenfassung | 16-34 |
| 16-36 | 16.35 Zusammenfassung | 16-35 |
| 16-37 | 16.36 Zusammenfassung | 16-36 |
| 16-38 | 16.37 Zusammenfassung | 16-37 |
| 16-39 | 16.38 Zusammenfassung | 16-38 |
| 16-40 | 16.39 Zusammenfassung | 16-39 |
| 16-41 | 16.40 Zusammenfassung | 16-40 |
| 16-42 | 16.41 Zusammenfassung | 16-41 |
| 16-43 | 16.42 Zusammenfassung | 16-42 |
| 16-44 | 16.43 Zusammenfassung | 16-43 |
| 16-45 | 16.44 Zusammenfassung | 16-44 |
| 16-46 | 16.45 Zusammenfassung | 16-45 |
| 16-47 | 16.46 Zusammenfassung | 16-46 |
| 16-48 | 16.47 Zusammenfassung | 16-47 |
| 16-49 | 16.48 Zusammenfassung | 16-48 |
| 16-50 | 16.49 Zusammenfassung | 16-49 |
| 16-51 | 16.50 Zusammenfassung | 16-50 |
| 16-52 | 16.51 Zusammenfassung | 16-51 |
| 16-53 | 16.52 Zusammenfassung | 16-52 |
| 16-54 | 16.53 Zusammenfassung | 16-53 |
| 16-55 | 16.54 Zusammenfassung | 16-54 |
| 16-56 | 16.55 Zusammenfassung | 16-55 |
| 16-57 | 16.56 Zusammenfassung | 16-56 |
| 16-58 | 16.57 Zusammenfassung | 16-57 |
| 16-59 | 16.58 Zusammenfassung | 16-58 |
| 16-60 | 16.59 Zusammenfassung | 16-59 |
| 16-61 | 16.60 Zusammenfassung | 16-60 |
| 16-62 | 16.61 Zusammenfassung | 16-61 |
| 16-63 | 16.62 Zusammenfassung | 16-62 |
| 16-64 | 16.63 Zusammenfassung | 16-63 |
| 16-65 | 16.64 Zusammenfassung | 16-64 |
| 16-66 | 16.65 Zusammenfassung | 16-65 |
| 16-67 | 16.66 Zusammenfassung | 16-66 |
| 16-68 | 16.67 Zusammenfassung | 16-67 |
| 16-69 | 16.68 Zusammenfassung | 16-68 |
| 16-70 | 16.69 Zusammenfassung | 16-69 |
| 16-71 | 16.70 Zusammenfassung | 16-70 |
| 16-72 | 16.71 Zusammenfassung | 16-71 |
| 16-73 | 16.72 Zusammenfassung | 16-72 |
| 16-74 | 16.73 Zusammenfassung | 16-73 |
| 16-75 | 16.74 Zusammenfassung | 16-74 |
| 16-76 | 16.75 Zusammenfassung | 16-75 |
| 16-77 | 16.76 Zusammenfassung | 16-76 |
| 16-78 | 16.77 Zusammenfassung | 16-77 |
| 16-79 | 16.78 Zusammenfassung | 16-78 |
| 16-80 | 16.79 Zusammenfassung | 16-79 |
| 16-81 | 16.80 Zusammenfassung | 16-80 |
| 16-82 | 16.81 Zusammenfassung | 16-81 |
| 16-83 | 16.82 Zusammenfassung | 16-82 |
| 16-84 | 16.83 Zusammenfassung | 16-83 |
| 16-85 | 16.84 Zusammenfassung | 16-84 |
| 16-86 | 16.85 Zusammenfassung | 16-85 |
| 16-87 | 16.86 Zusammenfassung | 16-86 |
| 16-88 | 16.87 Zusammenfassung | 16-87 |
| 16-89 | 16.88 Zusammenfassung | 16-88 |
| 16-90 | 16.89 Zusammenfassung | 16-89 |
| 16-91 | 16.90 Zusammenfassung | 16-90 |
| 16-92 | 16.91 Zusammenfassung | 16-91 |
| 16-93 | 16.92 Zusammenfassung | 16-92 |
| 16-94 | 16.93 Zusammenfassung | 16-93 |
| 16-95 | 16.94 Zusammenfassung | 16-94 |
| 16-96 | 16.95 Zusammenfassung | 16-95 |
| 16-97 | 16.96 Zusammenfassung | 16-96 |
| 16-98 | 16.97 Zusammenfassung | 16-97 |
| 16-99 | 16.98 Zusammenfassung | 16-98 |
| 16-100 | 16.99 Zusammenfassung | 16-99 |
| 16-101 | 16.100 Zusammenfassung | 16-100 |