

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 12

Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Gabriele Wolf,
Lindenfels

Nr. 726

**Kosten-Wirksamkeits-
und Stakeholder-
Analyse von Systemen
zur Unfallvermeidung
in Straßentunneln**

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Inhaltsverzeichnis | III |
| Abkürzungen und Akronyme | VI |
| Formelzeichen | IX |
| Zusammenfassung | X |
| 1. Einleitung | 1 |
| 1.1. Motivation und Zielsetzung | 1 |
| 1.2. Aufbau der Arbeit | 2 |
| 1.3. Begriffe und Definitionen | 3 |
| 2. Ausgangslage | 8 |
| 2.1. Entwicklung des Unfallgeschehens in der Europäischen Union | 8 |
| 2.2. Besondere Gefahren von Tunnelunfällen | 10 |
| 2.2.1. Geringe Risikotoleranz | 10 |
| 2.2.2. Rettungswege | 11 |
| 2.2.3. Feuer | 11 |
| 2.3. Stand der Forschung Tunnelsicherheit | 12 |
| 2.3.1. UNECE: Ad hoc-Arbeitsgruppe Tunnelsicherheit | 12 |
| 2.3.2. Projekte innerhalb des 5. EU-Rahmenprogramms | 14 |
| 2.3.3. Projekte innerhalb des 6. EU-Rahmenprogramms | 19 |
| 2.3.4. Nationale Forschungsprojekte | 21 |
| 2.4. Stand der Technik Tunnelsicherheit | 22 |
| 2.4.1. Richtlinie über die Mindestanforderungen an die Sicherheit von Straßentunneln | 23 |
| 2.4.2. Ergebnisse der EuroTAP-Tunnelbewertung | 25 |
| 2.5. Fazit zum Stand der Forschung und Technik | 26 |
| 3. Erfassung und Analyse des Unfallgeschehens in Straßentunneln | 27 |
| 3.1. Erfassung des Unfallgeschehens | 27 |
| 3.1.1. Tunnelunfälle in Österreich | 28 |
| 3.1.2. Tunnelunfälle in der Schweiz | 29 |
| 3.2. Einflussfaktoren auf das Unfallgeschehen | 31 |
| 3.2.1. Fahrerbezogene Einflüsse | 31 |
| 3.2.2. Verkehrsbedingte und bauliche Einflüsse | 33 |
| 3.3. Unfalltypen | 35 |
| 3.4. Unfallursachen | 37 |
| 3.4.1. Verteilung der Unfallursachen | 37 |
| 3.4.2. Unfallbeteiligte und -verursacher | 40 |
| 3.5. Fazit zum Unfallgeschehen in Straßentunneln | 41 |
| 4. Unfallvermeidung in Straßentunneln | 42 |
| 4.1. Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands | 42 |
| 4.1.1. Unfalltypen | 42 |
| 4.1.2. Unfallursachen | 42 |
| 4.1.3. Unfallbeteiligte | 43 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| 4.1.4. | Tunnelcharakteristika | 44 |
| 4.2. | Systemauswahl | 45 |
| 4.2.1. | Assistenzkonzepte | 45 |
| 4.2.2. | Auffahrunfall | 46 |
| 4.2.3. | Alleinunfall | 49 |
| 4.2.4. | Zusammenfassung Systemauswahl | 49 |
| 5. | Sozio-ökonomische Bewertung..... | 50 |
| 5.1. | Verfahren der Wirtschaftlichkeitsanalyse..... | 50 |
| 5.2. | Grundlagen der Kosten-Wirksamkeitsanalyse..... | 55 |
| 5.2.1. | Ablauf | 55 |
| 5.2.2. | Wirksamkeit..... | 56 |
| 5.2.3. | Kosten | 59 |
| 5.2.4. | Zeithorizont und Marktdurchdringung | 62 |
| 5.2.5. | Datenquellen | 65 |
| 5.2.6. | Zusammenfassung der Randbedingungen..... | 66 |
| 5.3. | Durchführung der Bewertung..... | 66 |
| 5.3.1. | Das Vergleichsszenario <i>Ohne-Fall</i> | 66 |
| 5.3.2. | Moving Spot Light System | 67 |
| 5.3.3. | I2C-Abstandswarnung..... | 71 |
| 5.3.4. | Section Control..... | 79 |
| 5.3.5. | Intelligent Speed Adaptation | 81 |
| 5.3.6. | Vergleich von Kosten und Wirksamkeit der ausgewählten Systeme..... | 88 |
| 5.3.7. | Sensitivitätsanalyse..... | 92 |
| 5.3.8. | Zusammenfassung der Kosten-Wirksamkeitsanalyse..... | 94 |
| 6. | Stakeholder-Analyse..... | 96 |
| 6.1. | Identifikation der Stakeholder..... | 97 |
| 6.2. | Ziele und Interessen der Stakeholder | 98 |
| 6.2.1. | Tunnelbetreiber | 98 |
| 6.2.2. | Fahrzeughersteller | 100 |
| 6.2.3. | Tunnelnutzer | 102 |
| 6.3. | Einschätzung der Systeme aus Sicht der Stakeholder..... | 112 |
| 6.3.1. | Öffentliche Tunnelbetreiber..... | 112 |
| 6.3.2. | Private Tunnelbetreiber und Fahrzeughersteller..... | 114 |
| 6.3.3. | Tunnelnutzer | 115 |
| 6.4. | Zusammenfassung der Stakeholder-Analyse..... | 120 |
| 7. | Synthese von Kosten-Wirksamkeits- und Stakeholder-Analyse..... | 121 |
| 8. | Fazit..... | 123 |
| 9. | Ausblick..... | 125 |
| Anhang..... | | 128 |
| A1. | Allgemeine Eingangsdaten | 128 |
| A1.1. | Datenbasis Tunnel | 128 |
| A1.2. | Entwicklung des Pkw-Bestands in Österreich..... | 131 |

| | | |
|-------|---|-----|
| A2. | Eingangsdaten <i>best guess</i> -Szenario | 132 |
| A2.1. | Geschätzte Entwicklung der Ausstattung mit I2C-Abstandswarnung | 132 |
| A2.2. | Geschätzte Entwicklung der Ausstattung mit Intelligent Speed Adaptation | 133 |
| A2.3. | Kosten und Wirksamkeit Moving Spot Light System | 134 |
| A2.4. | Kosten und Wirksamkeit I2C-Abstandswarnung | 135 |
| A2.5. | Kosten und Wirksamkeit Section Control | 136 |
| A2.6. | Kosten und Wirksamkeit Intelligent Speed Adaptation | 137 |
| A3. | Eingangsdaten <i>best case</i> -Szenario | 138 |
| A3.1. | Geschätzte Entwicklung der Ausstattung mit I2C-Abstandswarnung | 138 |
| A3.2. | Geschätzte Entwicklung der Ausstattung mit Intelligent Speed Adaptation | 139 |
| A3.3. | Kosten und Wirksamkeit Moving Spot Light System | 140 |
| A3.4. | Kosten und Wirksamkeit I2C-Abstandswarnung | 141 |
| A3.5. | Kosten und Wirksamkeit Section Control | 142 |
| A3.6. | Kosten und Wirksamkeit Intelligent Speed Adaptation | 143 |
| A3.7. | Barwerte der Systeme im <i>best case</i> | 144 |
| A4. | Eingangsdaten <i>worst case</i> -Szenario | 146 |
| A4.1. | Geschätzte Entwicklung der Ausstattung mit I2C-Abstandswarnung | 146 |
| A4.2. | Geschätzte Entwicklung der Ausstattung mit Intelligent Speed Adaptation | 147 |
| A4.3. | Kosten und Wirksamkeit Moving Spot Light System | 148 |
| A4.4. | Kosten und Wirksamkeit I2C-Abstandswarnung | 149 |
| A4.5. | Kosten und Wirksamkeit Section Control | 150 |
| A4.6. | Kosten und Wirksamkeit Intelligent Speed Adaptation | 151 |
| A4.7. | Barwerte der Systeme im <i>worst case</i> | 152 |
| A5. | Kosten-Wirksamkeitsverhältnis der kooperativen Systeme | 154 |
| A6. | Unfälle im Mont Blanc-, Tauern- und St. Gotthard-Tunnel | 156 |
| A6.1. | Mont Blanc | 156 |
| A6.2. | Tauern | 156 |
| A6.3. | St. Gotthard | 157 |
| A6.4. | Einordnung der drei Unfälle | 157 |
| | Quellenverzeichnis | 159 |