

## Inhalt

|              |   |           |              |  |           |
|--------------|---|-----------|--------------|--|-----------|
| <b>1</b>     | <b>Hintergrund, Inhalt und Zielsetzung . . . . .</b>                                  | <b>9</b>  | <b>4.2</b>   | <b>Aktueller Stand der Technik . . . . .</b>                                   | <b>23</b> |
| <b>2</b>     | <b>Fahrzeug-Rückhaltesysteme auf Brücken . . . . .</b>                                | <b>11</b> | <b>4.2.1</b> | <b>Kragarmausbildung . . . . .</b>   | <b>23</b> |
| <b>2.1</b>   | <b>Allgemeines . . . . .</b>  | <b>11</b> | <b>4.2.2</b> | <b>Kappenausbildung und -verankerung . . . . .</b>                             | <b>23</b> |
| <b>2.2</b>   | <b>Normative Regelungen . . . . .</b>   | <b>11</b> | <b>4.3</b>   | <b>Auswirkungen der konstruktiven Durchbildung auf die Bemessung . . . . .</b> | <b>24</b> |
| <b>2.3</b>   | <b>Anprallversuche und Einstufung von Schutzeinrichtungen . . . . .</b>               | <b>12</b> | <b>4.4</b>   | <b>Fallbeispiele . . . . .</b>   | <b>25</b> |
| <b>3</b>     | <b>Beanspruchungen bei Fahrzeuganprall nach DIN-FB . . . . .</b>                      | <b>13</b> | <b>4.4.1</b> | <b>Plattenbrücke mit kurzem Kragarm . . . . .</b>                              | <b>25</b> |
| <b>3.1</b>   | <b>Vorbemerkungen . . . . .</b>   | <b>13</b> | <b>4.4.2</b> | <b>Geringe Bauhöhe im Kragarmanschnitt . . . . .</b>                           | <b>26</b> |
| <b>3.2</b>   | <b>Globale Beanspruchung des Brückenüberbaus aus Anprallereignis . . . . .</b>        | <b>13</b> | <b>4.4.3</b> | <b>Gestaffelt angeordnete Querspannglieder . . . . .</b>                       | <b>26</b> |
| <b>3.2.1</b> | <b>Rückblick . . . . .</b>  | <b>13</b> | <b>5</b>     | <b>Untersuchungen zur Verankerung von Brückenkappen . . . . .</b>              | <b>27</b> |
| <b>3.2.2</b> | <b>Aktuelle Regelungen . . . . .</b>  | <b>13</b> | <b>5.1</b>   | <b>Vorbemerkungen . . . . .</b>  | <b>27</b> |
| <b>3.2.3</b> | <b>Verwendung des Lastmodells in der Bemessung . . . . .</b>                          | <b>14</b> | <b>5.2</b>   | <b>Zum Einsatz von Tellerankern . . . . .</b>                                  | <b>27</b> |
| <b>3.2.4</b> | <b>Beurteilung . . . . .</b>  | <b>14</b> | <b>5.3</b>   | <b>Parameterstudie . . . . .</b>   | <b>28</b> |
| <b>3.3</b>   | <b>Lokale Beanspruchung der Brückenkappen aus Fahrzeugrückhaltesystemen . . . . .</b> | <b>15</b> | <b>5.3.1</b> | <b>Ziel und Vorgehensweise . . . . .</b>                                       | <b>28</b> |
| <b>3.3.1</b> | <b>Aktuelle Regelungen . . . . .</b>  | <b>15</b> | <b>5.3.2</b> | <b>Berechnungsgrundlagen . . . . .</b>   | <b>29</b> |
| <b>3.3.2</b> | <b>Auslegung der aktuellen Regelungen . . . . .</b>                                   | <b>15</b> | <b>5.3.3</b> | <b>Kappenverankerung mit Tellerankern . . . . .</b>                            | <b>30</b> |
| <b>3.3.3</b> | <b>Stahlschutzsysteme . . . . .</b>   | <b>16</b> | <b>5.3.4</b> | <b>Kappenverankerung mit Bewehrungsanschluss . . . . .</b>                     | <b>32</b> |
| <b>3.3.4</b> | <b>Betonstrukturen . . . . .</b>  | <b>17</b> | <b>5.4</b>   | <b>Schlussfolgerungen und Vorschlag zur Kappenverankerung . . . . .</b>        | <b>33</b> |
| <b>3.3.5</b> | <b>Beurteilung und Ausblick . . . . .</b>   | <b>18</b> | <b>5.5</b>   | <b>Zu den Auswirkungen reduzierter Kappenbreiten . . . . .</b>                 | <b>34</b> |
| <b>3.4</b>   | <b>Anpralllasten auf Schrammborde . . . . .</b>                                       | <b>18</b> | <b>6</b>     | <b>Untersuchungen zur Kragarmbemessung nach DIN-FB . . . . .</b>               | <b>34</b> |
| <b>4</b>     | <b>Konstruktive Durchbildung von Brückenkappen und Kragarmen . . . . .</b>            | <b>18</b> | <b>6.1</b>   | <b>Hintergrund und Zielsetzung . . . . .</b>                                   | <b>34</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>Bestandsbauten . . . . .</b>   | <b>18</b> | <b>6.2</b>   | <b>Tragwerksberechnungen . . . . .</b>   | <b>35</b> |
| <b>4.1.1</b> | <b>Kragarmausbildung . . . . .</b>  | <b>18</b> | <b>6.2.1</b> | <b>Vorbemerkungen . . . . .</b>  | <b>35</b> |
| <b>4.1.2</b> | <b>Kappenausbildung und -verankerung . . . . .</b>                                    | <b>19</b> | <b>6.2.2</b> | <b>Systemabmessungen und Materialeigenschaften . . . . .</b>                   | <b>35</b> |
| <b>4.1.3</b> | <b>Tabellarische Übersicht über Bestandsbauwerke . . . . .</b>                        | <b>22</b> | <b>6.2.3</b> | <b>Beanspruchungen . . . . .</b>   | <b>36</b> |
|              |   |           | <b>6.2.4</b> | <b>Vereinfachte Schnittgrößenermittlung (Handrechenverfahren) . . . . .</b>    | <b>36</b> |

|       |   |    |       |  |    |
|-------|---|----|-------|--|----|
| 6.2.5 | FE-Berechnung der Kragplatte ohne Mitwirkung der Kappe .....  | 37 | 8.2.1 | Grundgedanke .....   | 64 |
| 6.2.6 | FE-Berechnung der Kragplatte unter Mitwirkung der Brückenkappe .....  | 39 | 8.2.2 | Horizontale Komponente .....   | 65 |
| 6.3   | Zusammenfassung und Bewertung der Berechnungs-ergebnisse .....  | 42 | 8.2.3 | Vertikale Komponente .....   | 65 |
| 6.4   | Anmerkungen zur Kappen-verankerung im Neubau.....   | 45 | 8.2.4 | Ort der Lasteinleitung .....   | 66 |
| 7     | <b>Auswertung von Anprallversuchen zur Herleitung eines alternativen Lastansatzes zur Kragarm-bemessung .....</b> | 46 | 8.3   | Vorschlag der Varianten 1 und 2 .....  | 67 |
| 7.1   | Hintergrund und Zielsetzung .....   | 46 | 8.3.1 | Lastbilder .....   | 67 |
| 7.2   | Allgemeines zu den Anprallversuchen .....   | 47 | 8.3.2 | Rechnerischer Vergleich.....   | 68 |
| 7.2.1 | Versuchseinrichtung .....   | 47 | 8.3.3 | Variante für weitere - Untersuchungen .....  | 68 |
| 7.2.2 | Versuchsprogramm.....   | 49 | 8.4   | Vergleich von Variante 1 mit bestehenden Ansätzen.....                               | 69 |
| 7.3   | Auswertung der Filmdokumente.....   | 49 | 8.4.1 | Übersicht und Eingangsgrößen .....   | 69 |
| 7.3.1 | Vorbemerkungen .....  | 49 | 8.4.2 | Ergebnisse .....   | 70 |
| 7.3.2 | Stahlsysteme .....  | 50 | 9     | <b>Weitere Untersuchungen zur Kragarmbemessung mit alternativem Lastansatz .....</b> | 71 |
| 7.3.3 | Betonsysteme.....   | 52 | 9.1   | Vorbemerkungen .....   | 71 |
| 7.4   | Auswertung der gemessenen Kraftverläufe .....   | 53 | 9.2   | Tragwerksberechnungen .....  | 72 |
| 7.4.1 | Rückblick .....   | 53 | 9.2.1 | Systemabmessungen und Materialeigenschaften.....                                     | 72 |
| 7.4.2 | Aktuelle Vorgehensweise .....   | 54 | 9.2.2 | Einwirkungen .....   | 72 |
| 7.4.3 | Beurteilung .....   | 55 | 9.2.3 | Anprall in Brückenmitte.....   | 72 |
| 7.4.4 | Neue Ansätze .....  | 55 | 9.2.4 | Anprall am Brückenende .....   | 75 |
| 7.5   | Einfluss der Versuchseinrichtung .....  | 61 | 9.2.5 | Einfluss einer reduzierten Kappenbreite .....  | 76 |
| 7.5.1 | Dynamisches Verhalten .....   | 61 | 9.3   | Bemessungshilfen .....   | 77 |
| 7.5.2 | Koppeleffekte und Lastumlagerungen .....  | 62 | 9.4   | Nichtlineare Berechnungs-methoden .....  | 78 |
| 7.5.3 | Fahrzeugverhalten im Versuch.....   | 63 | 10    | <b>Bewertung und Anwendung des alternativen Lastansatzes.....</b>                    | 79 |
| 7.5.4 | Beurteilung .....   | 63 | 10.1  | Berechnungsergebnisse.....   | 79 |
| 7.6   | Zusammenfassung und Schlussfolgerungen .....  | 63 | 10.2  | Anwendungsbereich .....  | 79 |
| 8     | <b>Vorschlag für einen alternativen Lastansatz.....</b>   | 64 | 10.3  | Einführung von Lasterhöhungsfaktoren.....  | 80 |
| 8.1   | Einleitung .....  | 64 | 10.4  | Fragen und weiterer Untersuchungsbedarf .....  | 82 |
| 8.2   | Konzept.....  | 64 | 11    | <b>Möglichkeiten zur Kragarmtückigung .....</b>                                      | 83 |
|       |   |    | 11.1  | Lastreduktion .....  | 83 |

---

|  |           |
|--|-----------|
| 11.2 Konstruktive Maßnahmen . . . . .              | 83        |
| 11.2.1 Übersicht und Vorbemerkungen . . . . .      | 83        |
| 11.2.2 Kappensonderkonstruktionen (K) . . . . .    | 84        |
| 11.2.3 Plattenverstärkung Kragarm (P) . . . . .    | 87        |
| 11.2.4 Systemänderung (S) . . . . .                | 88        |
| 11.2.5 Externer Lastabtrag (E) . . . . .           | 91        |
| <b>12 Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .</b> | <b>92</b> |
| <b>13 Folgerungen für die Praxis . . . . .</b>     | <b>94</b> |
| <b>14 Berechnungen (Parameterstudie) . . . . .</b> | <b>95</b> |
| <b>15 Literatur . . . . .</b>                      | <b>98</b> |