

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	17	3.4.2	Beschreibung der Konstruktion	31
1.1	Problemstellung	17	3.4.3	Festgestellte Schäden und Ursachen	32
1.2	Zielsetzung	17	3.4.4	Maßnahmen zur Bauwerks-erhaltung	32
1.3	Vorgehensweise	17			
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	18	<b>3.5</b>	<b>Sinntalbrücke (A 7)</b>	33
2.1	Abkürzungen	18	3.5.1	Unterlagen	33
2.2	Kategorie-3-Schäden	18	3.5.2	Beschreibung der Konstruktion	33
2.3	Elemente von Quersystemen, deren Auslegung und ihr Tragverhalten	18	3.5.3	Festgestellte Schäden und Ursachen	34
2.4	Steifigkeitsparameter	19	<b>3.6</b>	<b>Ruhrtalbrücke Mintard (A 52)</b>	34
2.5	Bauwerke mit bekannten Schäden der Kategorie 3	20	3.6.1	Unterlagen	34
			3.6.2	Beschreibung der Konstruktion	34
			3.6.3	Schadensüberblick	35
<b>3</b>	<b>Schadensanalysen</b>	20	3.6.4	Quersteifenanschluss	36
<b>3.1</b>	<b>Haseltalbrücke (A 3)</b>	20	3.6.5	Schrägstrebenanschluss unten	36
3.1.1	Unterlagen	20	3.6.6	Schrägstrebenanschluss oben	37
3.1.2	Beschreibung der Konstruktion	20	<b>3.7</b>	<b>Hochstraße A, Leverkusen (A 1)</b>	38
3.1.3	Festgestellte Schäden und Ursachen	22	3.7.1	Unterlagen	38
3.1.4	Maßnahmen zur Bauwerks-erhaltung	23	3.7.2	Beschreibung der Konstruktion	38
<b>3.2</b>	<b>Donaubrücke Sinzing (A 3)</b>	25	3.7.3	Schadenshistorie, Ursachen und Maßnahmen	39
3.2.1	Unterlagen	25	3.7.4	Aktueller Bauwerkszustand	41
3.2.2	Beschreibung der Konstruktion	25	<b>3.8</b>	<b>Rheinbrücke Leverkusen (A 1)</b>	41
3.2.3	Festgestellte Schäden und Ursachen	26	3.8.1	Unterlagen	41
3.2.4	Maßnahmen zur Bauwerks-erhaltung	27	3.8.2	Beschreibung der Konstruktion	42
<b>3.3</b>	<b>Autobahnbrücke bei Durlach (A 5)</b>	28	3.8.3	Festgestellte Schäden und Ursachen	42
3.3.1	Unterlagen	28	3.8.4	Maßnahmen zur Bauwerks-erhaltung	44
3.3.2	Beschreibung der Konstruktion	29	<b>3.9</b>	<b>Rheinbrücke Duisburg-Neuenkamp (A 40)</b>	45
3.3.3	Festgestellte Schäden und Ursachen	29	3.9.1	Unterlagen	45
3.3.4	Maßnahmen zur Bauwerks-erhaltung	30	3.9.2	Beschreibung der Konstruktion	45
<b>3.4</b>	<b>Dehmseebrücke (A 12)</b>	31	3.9.3	Festgestellte Schäden und Ursachen	45
3.4.1	Unterlagen	31	3.9.4	Maßnahmen zur Bauwerks-erhaltung	46

---

<b>3.10 Weserstrombrücke, Bremen (A 1) . . . . .</b>	46	<b>7 Nachrechnungen . . . . .</b>	59
3.10.1 Unterlagen . . . . .	46	7.1 Allgemeine Hinweise . . . . .	59
3.10.2 Beschreibung der Konstruktion . . . . .	46	7.2 Donaubrücke Sinzing (A 3) . . . . .	59
3.10.3 Festgestellte Schäden . . . . .	47	7.2.1 Beschreibung des Modells . . . . .	59
3.10.4 Ergebnisse der Nachrechnung . . . . .	48	7.2.2 Das ursprüngliche System . . . . .	60
3.10.5 Ergebnisse der Messungen . . . . .	48	7.2.3 Das instandgesetzte System . . . . .	63
<b>4 Verallgemeinerung Schäden . . . . .</b>	48	7.2.4 Einfluss der Instandsetzung auf die Steifigkeitsverteilung und die Beanspruchungen . . . . .	65
4.1 Wesentliche Schadensursachen . . . . .	48	<b>7.3 Sinntalbrücke (A 7) . . . . .</b>	66
4.1.1 Diskrepanz zwischen Berechnung und Ausführung . . . . .	48	7.3.1 Beschreibung des Modells . . . . .	66
4.1.2 Konstruktive Durchbildung und Detailausführung . . . . .	50	7.3.2 Einflusslinien . . . . .	66
4.1.3 Materialqualität . . . . .	50	7.3.3 Ermüdungsnachweis . . . . .	68
4.1.4 Überbeanspruchungen . . . . .	50	7.3.4 Verformungen . . . . .	69
4.1.5 Zusammenfassung der wesentlichen Ursachen für Kategorie-3-Schäden . . . . .	50	7.3.5 Beanspruchungen . . . . .	69
4.2 Schadenstypisierung . . . . .	51	7.3.6 Stabilität des Hauptträger-Untergurts . . . . .	71
<b>5 Instandsetzungs- und Ertüchtigungsvarianten . . . . .</b>	52	<b>7.3.7 Zusammenfassung . . . . .</b>	74
5.1 Begriffe . . . . .	52	<b>7.4 Ruhrtalbrücke Mintard (A 52) . . . . .</b>	74
5.2 Allgemeine Ansätze . . . . .	53	7.4.1 Beschreibung des Modells . . . . .	74
5.3 Ansätze für die numerischen Untersuchungen . . . . .	53	7.4.2 Einflusslinien . . . . .	75
5.3.1 Variante 1: Verlegung der Fahrstreifen . . . . .	53	7.4.3 Gelenkausbildung . . . . .	77
5.3.2 Variante 2: Zusätzliche Querverbände . . . . .	54	<b>8 Parameterstudien . . . . .</b>	79
5.3.3 Variante 3: Rahmenaussteifungen . . . . .	54	8.1 Einschränkungen . . . . .	79
5.3.4 Variante 4: Eckverstärkungen . . . . .	55	8.2 Parameterbereich . . . . .	79
5.3.5 Variante 5: Lastverteilender Fachwerklängsträger . . . . .	55	8.2.1 Allgemeines . . . . .	79
5.3.6 Variante 6: Gelenkausbildung . . . . .	55	8.2.2 Offene Querschnitte . . . . .	79
<b>6 Numerisches Modell . . . . .</b>	56	8.2.3 Hohlkastenquerschnitte . . . . .	80
6.1 Modellbildung . . . . .	56	8.2.4 Verbandsabstände . . . . .	81
6.2 Verifikation des FE-Modells . . . . .	57	8.3 Einwirkungen . . . . .	82
6.2.1 Referenz . . . . .	57	8.3.1 Verkehrslasten . . . . .	82
6.2.2 Vergleichsrechnungen . . . . .	58	8.3.2 Ermüdungslasten . . . . .	82
		8.3.3 Sonstige Lasten . . . . .	82
		8.4 Kritische Systeme für die Schadenstypen I und II . . . . .	82
		8.4.1 Allgemeines . . . . .	82
		8.4.2 Variation der Querträgersteifigkeit . . . . .	82

8.4.3	Variation des Hauptträgerabstands . . . . .	83	8.9.1	Untersuchte Systeme . . . . .	103
8.4.4	Variation der Fahrbahnplatten- steifigkeit. . . . .	84	8.9.2	Ergebnisse Ermüdung . . . . .	103
8.4.5	Variation des Querträgerabstands . . . . .	84	8.9.3	Tragfähigkeitssteigerung . . . . .	105
8.4.6	Variation der Hauptträgerhöhe . . . . .	85	<b>9</b>	<b>Ermüdungsversuch . . . . .</b>	106
8.4.7	Variation der Quersteife . . . . .	85	9.1	Allgemeines . . . . .	106
8.4.8	Einfluss des Hauptträger- Untergurts. . . . .	86	9.2	Das zugrunde liegende fiktive Brückenbauwerk. . . . .	106
8.4.9	Einfluss der Hauptträger-Längs- steifen . . . . .	86	9.2.1	Geometrie des ursprünglichen Systems . . . . .	106
8.4.10	Variation des versteiften Boden- blechs . . . . .	87	9.2.2	Geometrie der Verstärkung . . . . .	106
8.4.11	Einfluss des Querverbands . . . . .	87	9.2.3	Kritische Detailpunkte und Auswertungsstelle im System. . . . .	107
8.4.12	Zusammenfassung . . . . .	87	9.2.4	Belastung . . . . .	107
8.5	Kritische Systeme für den Schadenstyp III. . . . .	88	9.2.5	Spannungsschwingbreiten . . . . .	108
8.6	Variante 2: Zusätzliche Quer- verbände. . . . .	88	9.3	Versuchsplanung . . . . .	109
8.6.1	Untersuchte Variationen von $\kappa_6$ . . . . .	88	9.3.1	Versuchsablauf . . . . .	109
8.6.2	Ergebnisse . . . . .	88	9.3.2	Versuchsaufbau . . . . .	109
8.7	Variante 3: Rahmenaussteifungen . . . . .	89	9.3.3	Versuchskörper . . . . .	110
8.7.1	Untersuchte Variationen der verstärkenden Bauteile. . . . .	89	9.3.4	Versuchsdurchführung . . . . .	110
8.7.2	Ergebnisse Ermüdung offene Querschnitte . . . . .	90	9.4	Dokumentation . . . . .	110
8.7.3	Ergebnisse Ermüdung Hohlkasten- querschnitte . . . . .	92	9.4.1	Erster Teil . . . . .	110
8.7.4	Zusätzliches Eigengewicht . . . . .	93	9.4.2	Beschreibung des Umbaus . . . . .	111
8.7.5	Zusätzliche Beanspruchungen . . . . .	94	9.4.3	Zweiter Teil . . . . .	112
8.7.6	Zusätzliche Verformungen . . . . .	97	9.5	Auswertung . . . . .	113
8.7.7	Stabilität des Hauptträger- Untergurts. . . . .	98	9.6	Konstruktive Folgerungen . . . . .	114
8.7.8	Zusammenfassung . . . . .	99	<b>10</b>	<b>Bewertung möglicher Maßnahmen . . . . .</b>	114
8.8	Variante 4: Eckverstärkungen. . . . .	100	10.1	Allgemeines . . . . .	114
8.8.1	Untersuchte Systeme . . . . .	100	10.1.1	Bewertungskriterien . . . . .	114
8.8.2	Ergebnisse Ermüdung . . . . .	100	10.1.2	Bewertungsmodus . . . . .	115
8.8.3	Zusätzliches Eigengewicht . . . . .	101	10.2	Bewertungen Einwirkungsseite . . . . .	115
8.8.4	Zusätzliche Beanspruchungen . . . . .	101	10.2.1	Variante 1: Fahrstreifenverlegung . . . . .	115
8.9	Variante 5: Lastverteilende Fachwerklangsträger . . . . .	103	10.2.2	Sonstige Maßnahmen . . . . .	115
			10.3	Bewertungen Widerstandsseite . . . . .	115
			10.3.1	Variante 2: Zusätzliche Verbände . . . . .	115
			10.3.2	Variante 3: Rahmenaussteifung . . . . .	116

10.3.3 Variante 4: Eckverstärkungen. . . . .	116
10.3.4 Variante 5: Lastverteilender Fachwerklangsträger . . . . .	117
10.3.5 Variante 6: Gelenkausbildung. . . . .	117
<b>11 Handlungsempfehlungen. . . . .</b>	<b>117</b>
11.1 Ursachenfindung. . . . .	117
11.1.1 Erste Maßnahmen . . . . .	117
11.1.2 Einzelfall . . . . .	118
11.1.3 Systematische Schäden. . . . .	118
11.2 Auswahl der Instandsetzungs- varianten. . . . .	118
11.3 Allgemeine Planungshinweise . . . . .	120
<b>12 Zusammenfassung. . . . .</b>	<b>120</b>
<b>13 Unterlagen. . . . .</b>	<b>121</b>
<b>14 Literatur. . . . .</b>	<b>125</b>
<b>Anlagen . . . . .</b>	<b>126</b>
Anhang A: Zu Kapitel 6.2.2 . . . . .	126
Anhang B: Zu Kapitel 7.2 . . . . .	127
Anhang C: Zu Kapitel 7.3 . . . . .	127
Anhang D: Zu Kapitel 7.4 . . . . .	128
Anhang E: Zu Kapitel 8.2.2 . . . . .	128
Anhang F: Zu Kapitel 8.2.3 . . . . .	130
Anhang G: Zu Kapitel 8.6 . . . . .	134
Anhang H: Zu Kapitel 9.2 . . . . .	136
Anhang I: Zu Kapitel 9.3.3 . . . . .	136
Anhang J: Zu Kapitel 9.4.2 . . . . .	138
Anhang K: Zu Kapitel 9.4.3 . . . . .	141