

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	7
1.1	Beschreibung des Tragwerkes	7
1.2	Normen, Vorschriften und verwendete Unterlagen	9
1.3	Geometrisches System	13
1.4	Längs- und Querschnitte	13
1.5	Lagerschema	14
1.6	Materialkennwerte	15
1.7	Ausführungsklassen	15
1.8	Z-Güten	16
1.9	Hinweise	17
2	Fahrbahnkonstruktion	19
3	Haupttragwerk	21
3.1	Berechnungsgrundlagen	21
3.1.1	Darstellung und Beschreibung des statischen Systems	22
3.1.2	System für die DV-Berechnung	23
3.1.3	Programmbeschreibung	23
3.2	Charakteristische Werte der einwirkenden Last- und Weggrößen	25
3.2.1	Ständige Einwirkungen	25
3.2.1.1	Konstruktionseigenlast	25
3.2.1.2	Ausbaulasten	26
3.2.1.3	Baugrundbewegungen (Setzungen)	28
3.2.2	Veränderliche Einwirkungen	29
3.2.2.1	Einwirkungen aus Straßenverkehr und Menschengedränge	29
3.2.2.1.1	Allgemeines	29
3.2.2.1.2	Lastmodell 1 (Doppelachsfahrzeug)	33
3.2.2.1.3	Lastmodell 2	37
3.2.2.1.4	Lastmodell 4 (Menschengedränge)	37

3.2.2.1.5	Lasten aus Bremsen und Anfahren.....	37
3.2.2.1.6	Fliehkraft.....	39
3.2.2.2	Einwirkungen aus Fußgänger- und Radverkehr.....	40
3.2.2.2.1	Allgemeines.....	40
3.2.2.2.2	Verkehrslast auf Sicherheitsstreifen.....	40
3.2.2.2.3	Einwirkungen auf Geländer.....	41
3.2.2.3	Andere für Straßenbrücken typische Einwirkungen.....	41
3.2.2.3.1	Schneelasten.....	41
3.2.2.3.2	Anheben zum Auswechseln von Lagern.....	41
3.2.2.3.3	Temperatureinwirkungen.....	42
3.2.2.3.4	Windlasten.....	49
3.2.2.3.5	Militärische Lastklassen.....	55
3.2.3	Außergewöhnliche Einwirkungen.....	56
3.2.3.1	Allgemeines.....	56
3.2.3.2	Anprall an Überbauten.....	56
3.2.3.2.1	Anpralllasten aus Fahrzeugen unter der Brücke.....	56
3.2.3.2.2	Anpralllasten aus Schiffsverkehr.....	57
3.2.3.3	Einwirkungen aus Fahrzeugen auf der Brücke.....	57
3.2.3.3.1	Fahrzeuge auf Geh- und Radwegen von Straßenbrücken.....	57
3.2.3.3.2	Anpralllasten an Schrammborde.....	59
3.2.3.3.3	Anpralllasten auf Fahrzeugrückhaltesysteme.....	60
3.2.3.3.4	Anpralllasten an tragende Teile.....	62
3.2.3.4	Hängerausfall bzw. Hängeraustausch.....	62
3.2.4	Lastmodelle für Ermüdungsberechnungen.....	64
3.2.4.1	Allgemeines.....	64
3.2.4.2	Ermüdungslastmodell 3.....	65
3.2.5	Imperfektion des Bogens.....	68
3.3	Querschnittsgrößen.....	71
3.3.1	Ermittlung der mittragenden Gurtbreiten.....	72
3.3.2	Ermittlung der Querschnittsgrößen.....	75
3.4	Schnittgrößen.....	81
3.4.1	Lastfallweise Ermittlung und Darstellung der charakteristischen Schnittgrößen nach Theorie I. Ordnung.....	82
3.4.1.1	Ständige Einwirkungen (LF-Nr. 1 - 2).....	83
3.4.1.2	Lastmodell LM 1, Randlage (LF-Nr. 50-96).....	84
3.4.1.3	Oberseite wärmer als Unterseite (LF-Nr. 202, $\Delta T_M = +29 \text{ K} / +15 \text{ K}$).....	85
3.4.1.4	Unterseite wärmer als Oberseite (LF-Nr. 203, $\Delta T_M = -8 \text{ K} / -14 \text{ K}$).....	86
3.4.1.5	Wind mit Verkehr (LF-Nr. 222, 223).....	87

3.4.1.6	Ermüdungslastmodell LM 3 (LF-Nr. 10-32).....	87
3.4.2	Ermittlung und Darstellung der Bemessungsschnittgrößen nach Theorie I. Ordnung.....	88
3.4.2.1	Charakteristische Werte der Einwirkungen.....	88
3.4.2.2	Charakteristische Werte der mehrkomponentigen Einwirkungen (Verkehrslastgruppen)	89
3.4.2.3	Einwirkungskombinationen im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	90
3.4.2.4	Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen	94
3.4.2.5	Tabellarische Darstellung der untersuchten Einwirkungskombinationen	97
3.4.2.6	Graphische Darstellung der Bemessungsschnittgrößen nach Theorie I. Ordnung	105
3.4.3	Bemessungsschnittgrößen nach Theorie II. Ordnung.....	109
3.4.3.1	Bemessungsschnittgrößen der Versteifungsträger	109
3.4.3.2	Bemessungsschnittgrößen der Bögen	112
3.4.3.3	Bemessungsschnittgrößen der Hänger	115
3.4.3.4	Bemessungsschnittgrößen der Windverbände	116
3.5	Bemessung des Überbaus.....	117
3.5.1	Vorbemerkungen.....	117
3.5.2	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit	117
3.5.2.1	Allgemeines.....	117
3.5.2.2	Schnittgrößenermittlung und Beanspruchbarkeit der Querschnitte	118
3.5.2.2.1	Querschnittsnachweis der Versteifungsträger im Grenzzustand der Tragfähigkeit	124
3.5.2.2.2	Querschnittsnachweis der Bögen im Grenzzustand der Tragfähigkeit	144
3.5.2.2.3	Querschnittsnachweis der Windverbände im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	155
3.5.2.2.4	Querschnittsnachweis der Hänger im Grenzzustand der Tragfähigkeit	161
3.5.2.3	Beanspruchbarkeit der Bauteile	163
3.5.2.3.1	Bauteilnachweis der Versteifungsträger	164
3.5.2.3.2	Bauteilnachweis der Hänger	164
3.5.2.3.3	Bauteilnachweis der Windverbände	164
3.5.2.3.4	Bauteilnachweis der Bögen	169
3.5.3	Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	173
3.5.3.1	Spannungsbegrenzungen.....	174
3.5.3.2	Begrenzung von Verformungen	174
3.5.3.2.1	Vertikale Durchbiegung des Überbaus.....	175
3.5.3.2.2	Begrenzung der Durchbiegung zur Vermeidung des optischen Eindrucks des Durchhängens.....	176
3.5.3.3	Begrenzungen des Blechatmens	177
3.5.4	Werkstoffermüdung	178
3.5.4.1	Nachweis der Bögen.....	184

3.5.4.2	Nachweis der Windverbände	188
3.5.4.3	Nachweis der Versteifungsträger	188
3.5.4.4	Nachweis der Hänger	196
3.5.4.4.1	Nachweis für Verkehr und wirbelerregende Querschwingungen	198
3.5.4.4.2	Nachweis für Regen-Wind-induzierte Schwingungen	204

4 Orthotrope Fahrbahnplatte 205

4.1	Berechnungsgrundlagen.....	205
4.2	Deckblech.....	209
4.2.1	Systemabmessungen.....	209
4.2.2	Lastannahmen.....	210
4.2.2.1	Ständige Lasten	210
4.2.2.2	Veränderliche Lasten.....	210
4.2.3	Schnittgrößen und Auflagerkräfte.....	212
4.2.4	Normalspannungsanteil aus der Mitwirkung der Rippe innerhalb der mittragenden Breite des Versteifungsträgers.....	219
4.2.5	Nachweis des Deckbleches im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	221
4.3	Trapezhohlsteife	221
4.3.1	Systemabmessungen und Bruttoquerschnittswerte.....	221
4.3.2	Lastannahmen.....	226
4.3.2.1	Ständige Lasten	226
4.3.2.2	Veränderliche Lasten.....	227
4.3.3	Schnittgrößen.....	228
4.3.3.1	Charakteristische Schnittgrößen aus direkter Belastung der orthotropen Platte..	228
4.3.3.2	Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit aus direkter Belastung der orthotropen Platte.....	231
4.3.4	Nachweis der Trapezhohlsteife im Grenzzustand der Tragfähigkeit	232
4.4	Querträger.....	240
4.4.1	Systemabmessungen und Bruttoquerschnittswerte.....	240
4.4.2	Lastannahmen.....	245
4.4.3	Schnittgrößen.....	247
4.4.3.1	Charakteristische Schnittgrößen	247
4.4.3.2	Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	254
4.4.4	Nachweis des Querträgers im Grenzzustand der Tragfähigkeit	255
4.5	Nachweis des Deckbleches für den zwei axialen Spannungszustand.....	263

4.6	Ermüdungsnachweise	264
4.6.1	Nachweis der Trapezhohlsteife	264
4.6.1.1	Allgemeines.....	264
4.6.1.2	Ermittlung der schadensäquivalenten Spannungsschwingbreite.....	265
4.6.1.3	Ermittlung des Ermüdungswiderstandes	270
4.6.1.4	Nachweisführung.....	270
4.6.2	Nachweis des Fahrbahnbleches	271
4.6.2.1	Allgemeines.....	271
4.6.2.2	Ermüdungsnachweis für den Bereich 1	272
4.6.2.3	Ermüdungsnachweis für den Bereich 2	277
5	Ermittlung der Lagerkräfte und Lagerverformungen ..	282
5.1	Darstellung des Lagerschemas	282
5.2	Lagerkräfte und Lagerverformungen	282
5.2.1	Charakteristische Werte der Lagerkräfte und Lagerverformungen infolge ständiger Einwirkungen	282
5.2.2	Charakteristische Werte der Lagerkräfte und Lagerverformungen infolge veränderlicher Einwirkungen	283
5.2.2.1	Lastmodell 1.....	283
5.2.2.2	Fußgänger und Radverkehr.....	284
5.2.2.3	Bremsen und Anfahren - Lastmodell 1	286
5.2.2.4	Windeinwirkung mit Verkehr	287
5.2.2.5	Temperaturänderung - konstanter Anteil	289
5.2.2.6	Temperaturänderung - linear veränderlicher Anteil.....	291
5.2.3	Lagerkräfte und Lagerverformungen infolge außergewöhnlicher Einwirkungen	293
6	Nachweis der Verbindungen	295
6.1	Allgemeines	295
6.1.1	Vereinfachtes Verfahren	297
6.1.2	Richtungsbezogenes Verfahren	299
6.2	Nachweis der Hängeranschlüsse	302
6.2.1	System	302
6.2.2	Schnittgrößen	302
6.2.3	Hängeranschlussblech	303
6.2.4	Schweißnaht Schott an Bogensteg	304
6.2.5	Schweißnähte Hängerbleche an Hänger, Versteifungsträger und Bögen	305

6.3	Nachweis der Lagerpunkte	305
6.3.1	Schnittgrößen.....	306
6.3.2	Querschnittswerte der Bleche und Steifen	308
6.3.3	Querschnittswerte der Schweißnähte	309
6.3.4	Nachweis der Kehlnähte in der Grundfläche	312
7	Schlussblatt	315