

INHALT

EINLEITUNG 8

I. MODELLIERUNG DES SYSTEMS 9

1	VORBEMERKUNGEN	9
2	DAMBACHTALBRÜCKE	9
3	STATISCHES SYSTEM	10
4	SOFTWARE ZUR BERECHNUNG	10
5	QUERSCHNITTSMODELLIERUNG	11
5.1	Brückenträger	11
5.2	Vorbauschnabel	12
6	MODELLIERUNG DES EINSCHUBVORGANGES	13
6.1	Vorbemerkungen	13
6.2	Varianten für die Modellierung des Vorschubes	13
6.2.1	Rastervorschub	13
6.2.2	„gezielter“ Vorschub	14
6.2.3	Gewählte Mischvariante und Bewertung	15
6.3	Erzeugen der Stützstellen für den Einschub	15
6.4	Vorgehensschema für die Berechnung mit SOFISTIK	17
6.4.1	Erzeugen des Brückenträgers	17
6.4.2	Erzeugen der Einschubzustände	18
6.4.3	Betrachtete Lastfälle	18
6.4.4	Zusammenfassung über das entstandene Sofistik-Modul	19

II. SCHNITTGRÖßEN 20

1	LASTANNAHMEN	20
2	NORMATIVE GRUNDLAGEN ZUR SCHNITTGRÖßENERMITTLUNG	21
2.1	Vorgehen nach DIN 18800 T.3 [5]	21
2.2	Vorgehen zur Schnittgrößenermittlung nach EC 3	21
2.3	Wirksam und mittragend – begriffliche Definition	21
3	EINFLUSS DER SCHUBVERZERRUNG AUF DIE STEIFIGKEIT BEI DER SCHNITTGRÖßENERMITTLUNG	22
4	LASTFÄLLE UND IHR EINFLUSS	26
4.1	Betrachtete Lastfälle	26
4.1.1	Vorbemerkung	26
4.1.2	Lastfall Eigengewicht	26
4.1.3	Lastfall Temperatur	27
4.1.4	Lastfall einseitige Erwärmung	27
4.1.5	Lastfall Überhöhung	28
4.1.6	Ausblick	31
4.2	Einflussbereiche	32
5	SCHNITTGRÖßENERMITTLUNG – ZUSAMMENSTELLUNG WESENTLICHER EINFLÜSSE	33
6	AUFBEREITUNG DER GEWONNENEN SCHNITTGRÖßEN	34
6.1	Auflagergrößen	34
6.2	Biegemomente	35
6.3	Maßgebende Schnittgrößenkombination aus Querkraft und Moment	35

III.	<u>NACHWEISVERFAHREN, EINGANGSGRÖßEN UND HILFSMITTEL</u>	37
1	GLIEDERUNG	37
2	ÜBERBLICK ÜBER DIE BETRACHTETEN VERFAHREN	37
2.1	Umfang der betrachteten Verfahren	38
2.2	Gegenstand der Betrachtung	39
3	VERGLEICHENDE DISKUSSION WESENTLICHER EINGANGSGRÖßEN	40
3.1	Überblick über die Eingangsgrößen	40
3.2	Berücksichtigte Geometrie des Beulfeldes	40
3.3	Schnittgrößen, Interaktionsbedingungen	41
3.4	Beulwerte	41
3.4.1	Beulwerte für Einzelfelder mit linearer Belastung zweier Ränder – hier $k_{\sigma x}$	42
3.4.2	Beulwerte für Einzelfelder mit bereichsweiser Last – hier: $k_{\sigma y}$	44
3.4.3	Beulwerte für längsversteifte Felder (Gesamtfelder) unter linearer Belastung zweier Querränder	44
3.4.4	Beulwerte $k_{\sigma y, pi}$ für längsversteifte Felder (Gesamtfelder) unter bereichsweiser Belastung eines Längsrandes	45
3.5	Knickwerte	45
3.5.1	Interaktion Beulen - Knicken	45
3.5.2	Ermittlung der idealen Knickspannung – Affinitätsbedingung	45
3.5.3	Knickwerte	45
3.6	Spannungsabnahme über die Tiefe	47
4	SOFTWARE ZUR BEULWERTERMITTLUNG	50
4.1	FE-Beul von DLUBAL [9]	50
4.2	EB-Plate [3] von CTICM	51
4.3	Beulwertermittlung – Vergleich der Programme	52
4.4	Ermittlung der idealen Knickspannung	52
4.4.1	FE-Beul [9]	52
4.4.2	Unterschätzung der idealen Knickspannung	52
4.4.3	Knickwerte mit EB-Plate [3] auf Basis der Energiemethode	53
IV.	<u>NACHWEISFÜHRUNG</u>	54
1	VORBEMERKUNGEN	54
1.1	Lastniveau	54
1.2	Begriffliche Definition stark, mäßig und schwach versteifter Beulfelder	54
1.3	Schwerpunkt, Gliederung	55
2	DIN 18800 T.3 – NACHWEIS PLATTENBEULEN	56
2.1	Schema und wesentliche Eingangsgrößen	56
2.1.1	Nachweiskonzept	56
2.1.2	Vorgehen	56
2.1.3	Wesentliche Eingangsgrößen	56
2.2	Spannungsverlauf	56
2.3	Eingangsgrößen - Beulwerte und Knickwerte für die Einzelfeldnachweise	57
2.3.1	Beul- und Knickwerte für die Belastung aus Biegelängsspannungen für den Nachweis der Einzelfelder	57
2.3.2	Beulwerte unter bereichsweiser Querbelastung für den Nachweis der Einzelfelder	57
2.3.3	Knickwerte für die bereichsweise Querbelastung zum Nachweis der Einzelfelder	59
2.3.4	Zusammenstellung der Beul- und Knickwerte unter bereichsweiser Querbelastung für die Einzelfelder	60
2.4	Eingangsgrößen - Beulwerte und Knickwerte für die Gesamtfeldnachweise	60
2.4.1	Beulwerte $k_{\sigma x}$ für die Belastung aus Biegelängsspannungen für den Gesamtfeldnachweis	60
2.4.2	Beulwerte $k_{\sigma y}$ für Nachweise am Gesamtfeld	61
2.4.3	Zusammenstellung der Beulwerte für Gesamtfeldnachweise	65

2.4.4	Knickstabähnliches Verhalten beim Gesamtfeldnachweis	65
2.5	Gesamtfeldnachweis	66
2.6	Einzelfeldnachweise	67
2.6.1	Auslastungen der Einzelfelder unter realistischem Lastniveau	67
2.6.2	Verwendung der Beulwerte aus der Gesamtfeldanalyse	67
2.7	DIN 18800 T.3 [5] Nachweis der Längssteife	69
2.7.1	Schema und wesentliche Eingangsgrößen	69
2.7.2	Nachweiskonzept	69
2.7.3	Vorgehen	69
2.7.4	Eingangsgrößen	69
2.7.5	Rechnerische Traglasten auf „realistischem Niveau“	70
2.8	Rechnerische Traglasten nach DIN18800 T.3 [5] und Aussagen zu Versagensformen	71
3	PREN 1993-1-5 ABS. 4 NACHWEIS PLATTENBEULEN BEI LÄNGSSPANNUNGEN IM GZT	73
3.1	Schematische Darstellung und wesentliche Eingangsgrößen	73
3.1.1	Nachweiskonzept	73
3.1.2	Vorgehen	73
3.1.3	Eingangsgrößen	74
3.2	Maßgebende Spannungsverteilung für EC 3-1-5 Abs. 4	74
3.3	Rechnerische Tragfähigkeiten und Ausnutzung	75
4	NACHWEIS LÄNGSVERSTEIFTER BEULFELDER UNTER QUERGERICHTETER BELASTUNG NACH SEITZ [21]	76
4.1	Einzelfeldnachweise	76
4.1.1	Vorgehen	76
4.1.2	Eingangswerte	76
4.1.3	Nachweiskonzept	76
4.2	Einzelfeldnachweise	77
4.2.1	Beulwerte und Knickwerte	77
4.2.2	Knickwerte für den Einzelfeldnachweis nach SEITZ – Ermittlung mittels EB-Plate [3] auf Basis der Energiemethode	81
4.2.3	Zusammenstellung der Beul- und Knickwerte für den Einzelfeldnachweis nach SEITZ	81
4.2.4	Bewertung des gesamten Vorgehens zur Ermittlung der Beul- und Knickwerte	81
4.2.5	Ideale Knickspannung unter Berücksichtigung der Randlagerung für den Einzelfeldnachweis nach SEITZ – ein Vorschlag für eine konservative Abschätzung	83
4.2.6	Ergebnisse der Einzelfeldnachweise und Bewertung	86
4.2.7	Verwendete Interpolationsfunktion	87
4.2.8	Ansatz der Spannungsabnahme über der Tiefe	87
4.2.9	Korrektur	87
4.2.10	Bewertung des Einzelfeldnachweises nach SEITZ	88
4.3	Nachweis der Längssteife	89
4.3.1	Konzept und Vorgehen	89
4.3.2	Modifikation des Längssteifennachweises nach DIN 18800 T.3 [5]	90
4.3.3	Zum Vorgehen der Nachweisführung	92
4.3.4	Rechnerischer Einfluss steigender Blechdicke auf die Traglast der Steife	93
4.3.5	Spannungsabnahme über der Tiefe	93
4.3.6	Bewertung des Verfahrens	94
4.4	Ergebnis Nachweisverfahren nach SEITZ [21]	96
5	NACHWEIS AUF BEANSPRUCHBARKEIT BEI QUERBELASTUNG, PREN 1993-1-5 ABS. 6 [16]	97
5.1	Schematische Übersicht über den Ablauf und wesentliche Eingangswerte	97
5.2	Nachweiskonzept	97
5.2.1	Vorgehen	97
5.2.2	Wesentliche Eingangsgrößen	98
5.3	Kritik	98
5.4	Ergebnisse	98
6	NACHWEIS QUERGERICHTETER LASTEINLEITUNG NACH DAVAINÉ [4]	99
6.1	Schematische Darstellung	99
6.2	Konzept und Vorgehen	99

6.3	Ergebnisse	100
7	INTERAKTIONSNACHWEISE	102
8	TRAGLASTBERECHNUNGEN	104
V.	<u>VERGLEICH</u>	106
1	ERGEBNISVERGLEICHE RECHNERISCHER TRAGLASTEN FÜR DIE QUERTRAGFÄHIGKEIT	106
1.1	Querlasttragfähigkeit nach den Konzepten für Eurocode 3	106
1.1.1	Ergebnis für den Nachweis nach prEN 1993-1-5 Abs.6 [16]	107
1.1.2	Ergebnis des Nachweises nach DAVAINÉ [4]	107
1.1.3	Nachweiskonzept nach SEITZ [21]	107
1.2	Querlasttragfähigkeit nach DIN 18800 T. 3 [5]	109
1.3	Gegenüberstellung der resultierenden Traglasten	111
2	VERFAHRENSVERGLEICHE DER NACHWEISE FÜR QUERLAST	112
2.1	Kriterien	112
2.2	Vergleich	113
3	BEULEN UNTER BIEGELÄNGSSPANNUNGEN – VERGLEICH DIN18800 T.3 [5]/PREN 1993-1-5 ABS. 4 [16]	117
3.1	Nachweisführung im Vergleich	117
3.2	Folgen für die Konstruktion	118
VI.	<u>ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK</u>	119
1	ZUSAMMENFASSUNG	119
2	AUSBLICK, FORSCHUNGSBEDARF	120
VII.	<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	121
VIII.	<u>ANHANG</u>	122
IX.	<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	122