

## INHALTSVERZEICHNIS

BEZEICHNUNGEN .....	VI
1 EINLEITUNG .....	1
1.1 Problemstellung .....	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit .....	4
1.3 Gliederung der Arbeit .....	5
2 GRUNDLAGEN UND STAND DES WISSENS .....	7
2.1 Allgemeines .....	7
2.2 Baupraktische Gegebenheiten bei Stahlbetonstützen, ein Modell von der Wirklichkeit .....	7
2.3 Umsetzung des Modells von der Wirklichkeit in ein Rechenmodell .....	10
2.3.1 Im Rechenmodell berücksichtigte Einflußgrößen .....	10
2.3.2 Rechenvereinfachungen und Idealisierungen .....	11
2.4 Methoden zur Berechnung von Stahlbetonstäben .....	13
2.4.1 Allgemeines .....	13
2.4.2 Rechenverfahren .....	13
2.4.3 Iterationsverfahren .....	14
2.4.4 Querschnittsintegration .....	14
2.4.5 Spannungsdehnungslinien für den Beton .....	15
2.4.6 Spannungsdehnungslinien für den Betonstahl .....	16
2.5 Literaturüberblick .....	16
2.5.1 Allgemeines .....	16
2.5.2 Untersuchungen zum Trag- und Verformungsverhalten von Stahlbetonstützen unter schiefer Biegung .....	16
2.5.3 Untersuchungen zur Mitwirkung des Betons auf Zug ...	21

3	DAS WERKSTOFFVERHALTEN DES STAHLBETONS .....	23
3.1	Allgemeines .....	23
3.2	Anforderungen an die numerische Formulierung der Spannungsdehnungslinien .....	23
3.3	Stoffgesetze des Betons .....	25
3.3.1	Allgemeines .....	25
3.3.2	Die Spannungsdehnungslinie der Betondruckzone .....	27
3.3.3	Die Spannungsdehnungslinie der Betonzugzone .....	29
3.4	Stoffgesetze für den Betonstahl .....	32
3.5	Verbund zwischen Beton und Betonstahl .....	34
3.5.1	Allgemeines .....	34
3.5.2	Berücksichtigung der Rißbildung .....	35
3.5.3	Installiertes Betongesetz im Zugbereich .....	36
3.5.4	Einschränkungen .....	41
3.6	Zusammenfassung .....	43
4	BESCHREIBUNG DES RECHENMODELLS .....	45
4.1	Allgemeines .....	45
4.2	Das Rechenprogramm STBSTS .....	45
4.3	Erweiterung der Aufgabenstellung - das Programm STBSTZ	49
4.3.1	Allgemeines .....	49
4.3.2	Rechenannahmen und Idealisierungen .....	49
4.3.3	Lösungsverfahren .....	50
4.3.4	Nichtlineare Berechnung eines Stahlbetonstabes .....	51
4.3.5	Querschnittsanalyse .....	54
4.3.6	Integration der Spannungen und Steifigkeiten eines zweiachsig beanspruchten Stahlbetonquerschnittes ...	57
4.3.7	Iteration des Querschnittgleichgewichts .....	59
4.3.8	Änderung des Iterationsverfahrens des Gesamtstabes zur Verbesserung der Konvergenz .....	61
4.4	Zusammenfassung .....	63

5	VERIFIKATION DES RECHENMODELLS .....	65
5.1	Allgemeines .....	65
5.2	Planmäßig zweiachsig beanspruchte Stahlbetonstützen mit Rechteckquerschnitt .....	65
5.3	Planmäßig zweiachsig beanspruchte Stahlbetonstützen mit I-förmigem Querschnitt .....	71
5.4	Planmäßig einachsig beanspruchte Stahlbetonstützen mit Rechteckquerschnitt .....	72
5.5	Zusammenfassung .....	74
6	STUDIE ZUM TRAG- UND VERFORMUNGSVERHALTEN SEHR SCHLANKER STAHLBETONSTÜTZEN .....	75
6.1	Allgemeines .....	75
6.2	Untersuchung zum Trag- und Verformungsverhalten von sehr schlanken Stahlbetonstützen .....	75
6.2.1	Allgemeines .....	75
6.2.2	Einfluß der Berücksichtigung der Betonzugfestigkeit	75
6.2.3	Variation der Werkstoffkennwerte .....	77
6.2.4	Vereinfachte Berücksichtigung des wirklichkeitsnahen Ursprungsmoduls des Betons .....	79
6.2.5	Einfluß der Lastexzentrizität $e_y$ .....	81
6.3	Versagenskriterien .....	84
6.3.1	Allgemeines .....	84
6.3.2	Gerade Biegung .....	85
6.3.3	Schiefe Biegung .....	86
6.4	Ableitungen am Stahlbetonrechteckquerschnitt .....	86
6.4.1	Allgemeines .....	86
6.4.2	Transformation ins Hauptachsensystem .....	87
6.4.3	Zusammenhang zwischen Momentenvektor und Krümmungs- vektor .....	89
6.4.4	Berechnung der Lage der Dehnungsnulllinie .....	90
6.4.5	Wertung .....	91

6.5	Grundlagenrechnungen für die Entwicklung eines Näherungsverfahrens .....	91
6.5.1	Allgemeines .....	91
6.5.2	Traglastkurven .....	92
6.5.3	Kontrolle des Versagenskriteriums .....	96
6.6	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	99
7	HINWEISE ZUR NÄHERUNGSWEISEN BERECHNUNG SEHR SCHLANKER STAHLBETONSTÜTZEN .....	101
7.1	Allgemeines .....	101
7.2	Geltende Vorschriften .....	101
7.3	Das seitliche Ausweichen einachsiger gedrückter Stützen	103
7.4	Kurzer Überblick über Bemessungsverfahren für schlanke Stützen unter schiefer Biegung .....	106
7.4.1	Allgemeines .....	106
7.4.2	Näherungsverfahren für schiefe Biegung .....	107
7.4.3	Bemessungshilfen .....	108
7.5	Untersuchung des Rafla-Verfahrens .....	108
7.6	Entwurf eines Näherungsverfahrens .....	110
7.6.1	Allgemeines .....	110
7.6.2	Ermittlung der äquivalenten Exzentrizitäten .....	111
7.6.3	Ablauf einer näherungsweisen Berechnung .....	114
7.6.4	Wertung .....	115
7.7	Zur Frage der ungewollten Ausmitte .....	115
7.7.1	Allgemeines .....	115
7.7.2	Anwendung für schiefe Biegung .....	117
7.7.3	Eigener Vorschlag .....	118
7.8	Zusammenfassung .....	119

8	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK .....	121
8.1	Ausgangsposition .....	121
8.2	Zielsetzung .....	121
8.3	Durchführung .....	122
8.4	Schlußfolgerungen und Ausblick .....	123
9	LITERATUR .....	125
	ANHANG .....	131