

Inhaltsverzeichnis

1. Nachweise für Gebrauchsfähigkeit	1
1.1 Anforderungsgrade der Nutzung im Gebrauchsbereich	1
1.2 Grenzwerte des Verhaltens der Tragwerke	2
2. Rissebeschränkung, Begrenzung der Rißbreiten	3
2.1 Einführung	3
2.1.1 Rißbildung und Zweck der Rissebeschränkung	3
2.1.2 Arten der Risse	4
2.1.3 Zur Definition der Rißbreite w	7
2.2 Vorgänge bei der Rißbildung	7
2.2.1 Spannungssprung im Stahl und Verbundstörung beim 1. Riß	7
2.2.2 Rißabstände in bewehrten Zugzonen - Rißbildungsgrade	11
2.2.3 Rißabstände bei relativ zu d niedrigen Zugzonen	14
2.2.4 Wirkungszone der Bewehrung F_{bw}	14
2.3 Ermittlung der Rißabstände für die Praxis	16
2.3.1 Einführung von k -Faktoren	16
2.4 Ermittlung der Rißbreiten	18
2.4.1 Die Entwicklung der Rißbreite bei Erstbelastung	18
2.4.2 Einfluß von Lastwiederholungen und Lastdauer	22
2.4.3 Die kritische Rißbreite	23
2.4.4 Formeln für die kritische Rißbreite	23
2.5 Einfluß der Abweichung der Bewehrungsrichtung von der Spannungsrichtung auf die Rißbreite	25
2.6 Rißbreitenbeschränkung nach DIN 1045	25
2.6.1 Herleitung der Formel	25
2.6.2 kein Rißnachweis für $\mu_z \leq 0,3\%$ - ein Irrtum	26
2.7 Praktische Anwendung der Erkenntnisse zur Rissebeschränkung bei Zug und Biegung	27
2.7.1 Diagramme für Rissebeschränkung bei Zug durch Zwangsspannungen oder Lastspannungen	27
2.7.2 Diagramme für Biegung und Biegung mit Längskraft (Zug oder Druck)	30
2.7.3 Einfluß von Schwinden und Temperatur auf die Rißbreite	33
2.7.4 Rissebeschränkung bei Spannbetontträgern mit beschränkter, mäßiger bzw. teilweiser Vorspannung	34
2.8 Beschränkung von Schubrißbreiten	36
2.8.1 Schubrißbreiten in Stegen von Balken	36
2.8.2 Schubrißbreiten in Platten oder dicken Stegen	38

2.9	Beschränkung der Torsions-Rißbreiten	39
2.9.1	Vorbemerkung	39
2.9.2	Die maßgebende Stahlspannung σ_{eT}	39
2.9.3	Berechnung der Rißbreiten bei Torsion für $(90^\circ + 0^\circ)$ -Bewehrung ..	40
2.9.4	Rißbreiten bei Torsion für 45° -Bewehrung	42
2.10	Beschränkung der Breite von Oberflächenrissen infolge von Eigenspannungen	42
2.11	Rißbreitenbeschränkung ohne Bewehrung	42
2.12	Beispiele der Anwendung	44
2.13	Praktische Hinweise, Nachweisgrenzen	56
2.13.1	Nachweis der Rissebeschränkung kann entfallen	56
2.13.2	Stababstände der Bewehrungen	57
2.14	Mindestbewehrungen	57
3.	<u>Formänderungen der Betontragwerke - Allgemeines</u>	61
3.1	Zweck der Berechnung von Formänderungen	61
3.1.1	Für die Sicherung der Gebrauchsfähigkeit	61
3.1.2	Für die Sicherung der Tragfähigkeit	61
3.2	Ursachen, Arten, Rechengrößen und Streuung der Formänderungen	61
3.2.1	Ursachen und Arten	61
3.2.2	Rechenwerte der Steifigkeiten	62
3.2.2.1	Baustoffkennwerte E_e und E_b	62
3.2.2.2	Querschnittswerte	65
3.2.3	Streuung der Steifigkeiten	66
3.2.4	Schwind- und Kriechbeiwerte	66
3.3	Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen	67
3.3.1	Einfluß von Art und Grad der Beanspruchung auf die mittlere Dehnung von Zugstäben	67
3.3.2	Annahmen für die rechnerische Erfassung der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen	70
3.4	Annahmen für die Streubreite der Steifigkeiten	72
3.5	Annahmen für die Berücksichtigung von Lastwiederholungen	73
4.	<u>Verformungen durch Längskraft, Dehnsteifigkeit</u>	75
4.1	Verkürzung von Druckgliedern bei mittigem Druck Kurzzeit und Dauerlast	75
4.2	Verlängerung von Zuggliedern bei mittigem Zug	79
4.2.1	Zustand I bei Kurzzeit- und Dauerlast	79
4.2.2	Zustand II bei Kurzzeit- und Dauerlast	80
5.	<u>Verformungen durch Biegung, Biegesteifigkeit</u> - ohne Schubverformung und ohne Längskraft -	85
5.1	Grundlagen zum Verständnis, einfach dargestellt	85
5.2	Biegesteifigkeit im Zustand I	88
5.3	Biegesteifigkeit im Rißbildungsbereich - nur für $\mu < 0,7$ % von Bedeutung .	89
5.4	Biegesteifigkeit im Zustand II, abgeschlossene Rißbildung	90
5.5	Biegesteifigkeit im nackten Zustand II	91
5.6	Verlauf der Biegesteifigkeiten bei steigender Biegebeanspruchung	95

5.7	Die Berechnung von Durchbiegungen f_0 bei Erst- und Kurzzeitlast	96
5.7.1	Verschiedene Abhängigkeiten	96
5.7.2	Ermittlung der anfänglichen Durchbiegung f_0	97
5.7.3	Vereinfachte Verfahren für f_0	99
5.7.4	Verminderung der anfänglichen Durchbiegung durch Druckgurtbewehrung	101
5.8	Berechnung der Durchbiegung bei Dauerlast (Kriechen u. Schwinden)	101
5.8.1	Durchbiegung infolge Kriechen des Betons und Einfluß von Biegedruckbewehrung	101
5.8.2	Durchbiegung infolge Schwinden des Betons im Zustand II	104
5.9	Weitere Hinweise zur Durchbiegung	106
5.9.1	Durchbiegung bei Biegung mit Längskraft und bei besonderen Querschnitten	106
5.9.2	Einige Hilfsmittel für verschiedene statische Systeme und Belastungen	106
5.10	Verhütung von Schäden durch Durchbiegungen von Stahlbetontragwerken und Begrenzung der Durchbiegung	109
5.10.1	Häufige Schadensarten und Abhilfe	109
5.10.2	Vorbeugung gegen Schäden	112
5.10.3	Begrenzung der Durchbiegungen und Schlankheiten l/d	112
6.	<u>Verformungen durch Querkraft, Schubverformungen, Schubsteifigkeiten</u>	113
6.1	Überblick, praktische Bedeutung	113
6.2	Schubverformungen im Zustand I (in der Praxis vernachlässigbar)	114
6.3	Schubverformungen im Zustand II	115
6.3.1	Wichtige Vorbemerkung	115
6.3.2	Theoretische Grundformeln für die Schubsteifigkeit im nackten Zustand II mit dem Modell des Fachwerkes mit parallelen Gurten	116
6.3.3	Empirische Anpassung der Grundformel für Zustand II an die wirklichen Verhältnisse mit erweiterter Fachwerkanalogie	119
6.4	Nachträgliche Schubverformungen durch Kriechen und Schwinden des Betons im Zustand II	121
6.5	Einige Angaben zur Beurteilung der Schubsteifigkeit.	122
6.5.1	Verhältnis der Schubsteifigkeiten im Zustand II und Zustand I	123
6.5.2	Verhältnis der Anteile der Durchbiegung aus Schub und Biegung zur Beurteilung der Grenze für die Berücksichtigung der Schubverformung	124
7.	<u>Verformungen durch Torsion, Torsionssteifigkeiten</u>	127
7.1	Überblick, praktische Bedeutung	127
7.2	Torsionssteifigkeit im Zustand I.	130
7.3	Torsionssteifigkeit im Zustand II, einschließlich Rißbildungsbereich.	131
7.3.1	Abgrenzung des Rißbildungsbereiches	131
7.3.2	Grundformeln für die Torsionssteifigkeit im nackten Zustand II	132
7.3.3	Empirische Anpassung der Grundformel für Zustand II im Rißbildungsbereich und bis zur M_T	136
7.4	Nachträgliche Torsionsverformungen durch Kriechen und Schwinden des Betons im Zustand II	139
7.5	Verhältnis zwischen Torsions- und Biegesteifigkeit	140

7.6	Torsions- und Biegesteifigkeiten bei Torsion mit Biegung und Querkraft . . .	141
7.6.1	Vorbemerkung	141
7.6.2	Gegenseitige Beeinflussung von T, M und Q	143
7.6.3	Vorläufige Empfehlung zur Berechnung der Verformungen bei T, M und Q	146
7.7	Einfluß der Vorspannung auf Torsionsverformungen	147
8.	<u>Formänderungen im plastischen Bereich (Zustand III)</u>	149
8.1	Zweck der Betrachtung des Zustandes III	149
8.2	Biegeverformungen im Zustand III.	149
8.3	Plastische Gelenke, Gelenkrotation	154
8.4	Rotation bei Biegung mit Längsdruckkraft (M und N)	162
8.5	Momentenumlagerung in statisch unbestimmt gelagerten Tragwerken	162
8.5.1	Momentenverteilung im Zustand II	162
8.5.2	Momentenumlagerung im Zustand III	165
8.5.3	Vereinfachte, linearisierte Methode für Momentenumlagerung	171
9.	<u>Bruchlinientheorie für Flächentragwerke, vorzugsweise für Platten</u> (Yield line theory), Von E. Mönnig	175
9.1	Vorbemerkung	175
9.2	Einleitung	176
9.3	Die Bruchlinien	177
9.4	Die Schnittgrößen	178
9.5	Besondere Verhältnisse an Plattenecken	182
9.6	Ermittlung der Traglast als maßgebendes Bruchmoment	183
9.7	Einschränkungen für die Anwendung der Bruchlinientheorie	185
9.8	Beispiel	186
	Schrifttumverzeichnis	189