

# **Zur Beurteilung der Tragsicherheit bestehender Stahlbetonbauten**

Philipp Stoffel

Institut für Baustatik und Konstruktion  
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Zürich  
Juli 2000

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	
1.1	Problemstellung	1
1.2	Zielsetzung und Übersicht	2
1.3	Abgrenzung	3
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	
2.1	Verhalten von Stahl und Beton	5
2.1.1	Stoffgesetze	5
2.1.2	Bewehrungsstahl	6
2.1.3	Beton	10
2.1.4	Verbund	15
2.2	Traglastberechnungen	16
2.2.1	Einleitung	16
2.2.2	Fliessbedingung und zugeordnetes Fliessgesetz	17
2.2.3	Grenzwertsätze der Plastizitätstheorie	19
2.2.4	Spannungsfelder	20
2.2.5	Bruchmechanismen	21
2.3	Vorspannung	26
2.3.1	Einleitung	26
2.3.2	Lastfall Vorspannung	26
2.3.3	Einfluss plastischer Verformungen	27
2.4	Einwirkungen	34
2.4.1	Einleitung	34
2.4.2	Strassenlasten	35
2.4.3	Bahnlasten Normalspur	38
2.4.4	Bahnlasten Schmalspur	41
<b>3</b>	<b>Rechnerische Überprüfungen</b>	
3.1	Einleitung	45
3.2	Grundlagen von Spannungsfeldern	46
3.2.1	Einleitung	46
3.2.2	Punktzentrierte Fächer	47
3.2.3	Stegverstärkungselemente	57
3.3	Spannungsfelder für vorgespannte Träger	59
3.3.1	Träger mit gekrümmtem Zuggurt	59
3.3.2	Träger mit gekrümmtem Druckgurt	62
3.3.3	Endbereiche von vorgespannten Trägern	62
3.3.4	Durchlaufträger	66
3.4	Spannungsfelder für Träger mit vorgespannter und schlaffer Bewehrung	69
3.5	Zwischenaufleger von Durchlaufträgern	73
3.5.1	Einleitung	73
3.5.2	Nachweis nach Norm SIA 162	73

3.5.3	Vergleich mit diskontinuierlichem Spannungsfeld	74
3.5.4	Spannungsfelder im Bereich von Zwischenauflagern	77
3.6	Räumliche Spannungsfelder	88
3.6.1	Einleitung	88
3.6.2	Hydrostatischer Spannungszustand	90
3.6.3	Indirekte Lagerung von Durchlaufträgern	92
3.7	Bruchmechanismen	106
3.7.1	Einleitung	106
3.7.2	Dissipation in Bewehrungs- und Spannstahl	107
3.7.3	Dissipation im Beton	109
3.7.4	Einflüsse von Bruchzonen	115
3.7.5	Anwendungen	117
3.7.6	Räumliche Bruchmechanismen	121
3.8	Mehrparametrische Belastung	124
3.8.1	Fliessfläche im Belastungsraum	124
3.8.2	Einfluss von Zwangbeanspruchungen	126
<b>4</b>	<b>Vorgehen bei rechnerischen Überprüfungen</b>	
4.1	Einleitung	133
4.2	Statische Zustandserfassung	134
4.3	Statische Zustandsbeurteilung	138
4.4	Massnahmenempfehlung	140
<b>5</b>	<b>Beispiele</b>	
5.1	Einleitung	143
5.2	Beispiel 1: Europabrücke, Zürich	143
5.2.1	Einleitung	143
5.2.2	Grundlagen	144
5.2.3	Spannungsfelder	146
5.2.4	Bruchmechanismen	149
5.2.5	Beurteilung	150
5.3	Beispiel 2: Objekt N1/312, Lenzburg	151
5.3.1	Einleitung	151
5.3.2	Grundlagen	151
5.3.3	Entwicklung von Spannungsfeldern	154
5.3.4	Bruchmechanismen	157
5.3.5	Beurteilung	158
5.4	Beispiel 3: Pont sur la Veveyse de Châtel	158
5.4.1	Einleitung	158
5.4.2	Grundlagen	160
5.4.3	Spannungsfelder	161
5.4.4	Bruchmechanismen	167

5.4.5 Beurteilung	170
5.5 Tragsicherheitsklassen	170
<b>6 Zusammenfassung und Folgerungen</b>	
6.1 Zusammenfassung	173
6.2 Folgerungen	176
Bezeichnungen	179
Literatur	181