

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Problemstellung	1
1.2	Motivation	2
1.3	Konzept und Aufbau der Arbeit	3
<b>2</b>	<b>Verformungs- und Bruchverhalten von Stahlbauteilen unter Zugbeanspruchung</b>	<b>6</b>
2.1	Allgemeines	6
2.2	Bruchmechanismen	9
2.2.1	Spaltbruchvorgänge	11
2.2.2	Gleitbruchvorgänge	12
2.3	Plastische Instabilität	15
2.3.1	Uniaxialer Zug	16
2.3.2	Biaxialer Zug	18
2.3.3	Einschnürungsmechanismen	18
2.4	Kombiniertes Auftreten von plastischer Instabilität und Gleitbruchvorgängen	21
<b>3</b>	<b>Hintergrund zur Auslegung von Stahlkonstruktionen im Grenzzustand der Tragfähigkeit</b>	<b>22</b>
3.1	Grundlagen und Bemessungskonzept	22
3.2	Tragfähigkeitsnachweis	25
3.2.1	Einführung	25
3.2.2	Querschnittsnachweise unter monotoner Beanspruchung	27
3.2.3	Bemessung bei seismischer Beanspruchung	32
3.3	Zähigkeitsbasierte Stahlgütewahl	33
3.3.1	Allgemeines	33
3.3.2	Stahlgütewahl in der Tieflage	34
3.3.3	Stahlgütewahl in der Hochlage	38
3.3.4	Fazit	43
<b>4</b>	<b>Experimentelle Untersuchungen an Großzugproben</b>	<b>45</b>
4.1	Probekörper und Werkstoffe	45
4.2	Versuchsdurchführung und Messtechnik	51
4.3	Ergebnisse der Großzugprobenversuche	53
4.3.1	Analyse des Tragverhaltens	53

4.3.2	Analyse der Bruchflächen	58
4.4	Vergleich der Versuchsergebnisse mit EC3	61
<b>5</b>	<b>Bruchmechanische Berechnungen zur zähigkeitsbasierten Tragfähigkeitsanalyse</b>	<b>64</b>
5.1	Grundlagen der Bruchmechanik	64
5.1.1	Einführung	64
5.1.2	Linear-elastische Bruchmechanik	65
5.1.3	Elastisch-plastische Bruchmechanik	67
5.1.4	Temperaturabhängigkeit bruchmechanischer Kennwerte	69
5.2	Abgleich der Tieflagen- und Hochlagenanforderungen zugbeanspruchter Bauteile	71
5.2.1	Bruchmechanisches Sicherheitskonzept	71
5.2.2	Eingangsgrößen der Untersuchung	73
5.2.3	Gegenüberstellung der ermittelten Anforderungen	75
5.3	Bruchmechanische Tragfähigkeitsanalyse in der Hochlage	79
5.3.1	Hochlagenanforderungen zugbeanspruchter Bauteile	80
5.3.2	Tragfähigkeitsanalyse über Risswiderstandskurven	84
5.4	Bewertung der bruchmechanischen Ansätze	88
<b>6</b>	<b>Schädigungsmechanische Konzepte zur zähigkeitsbasierten Tragfähigkeitsanalyse</b>	<b>90</b>
6.1	Grundlagen der Schädigungsmechanik	90
6.1.1	Übersicht und Einteilung	90
6.1.2	Beschreibung des Spannungszustands	92
6.1.3	Begriff der Schädigung in der Schädigungsmechanik	94
6.2	Schädigungsmechanische Konzepte für duktilen Versagen unter monotoner Beanspruchung	95
6.2.1	Gurson-Tvergaard-Needleman-Modell	95
6.2.2	Johnson-Cook-Modell	98
6.2.3	Bai-Wierzbicki-Modell	100
6.3	Charakterisierung des plastischen Werkstoffverhaltens für monotone Beanspruchungen	101
6.3.1	Allgemeines zum plastischen Werkstoffverhalten	101
6.3.2	Fließkurven auf Basis experimenteller Ergebnisse	103
6.3.3	Ableitung synthetischer Fließkurven	104
6.4	Ableitung schädigungsmechanischer Modellparameter	107
6.4.1	Herkömmliche Bestimmung der Modellparameter	107

---

6.4.2	Verknüpfung mikromechanischer und phänomenologischer Schädigungsmodelle	108
6.4.3	Bestimmung synthetischer Schädigungsparameter	110
<b>7</b>	<b>Schädigungsmechanische Berechnungen zur zähigkeitsbasierten Tragfähigkeitsanalyse</b>	<b>111</b>
7.1	Grundlagen zur Umsetzung	111
7.1.1	Verwendetes Modellierungskonzept	111
7.1.2	Definition der Modellparameter	113
7.2	Validierung der schädigungsmechanischen Modelle	116
7.2.1	Aufbau der Simulationsmodelle	116
7.2.2	Netzgrößeneinfluss der Modellparameter	117
7.2.3	Vergleich mit experimentellen Ergebnissen	122
7.2.4	Analyse der Umlagerungseffekte	125
7.3	Ableitung zähigkeitsbasierter Duktilitätsanforderungen	127
7.3.1	Methodische Vorgehensweise	127
7.3.2	Ergebnisse der Untersuchung	129
7.4	Übertragung des schädigungsmechanischen Konzepts auf abweichende Geometrien	132
7.4.1	Methodische Vorgehensweise	132
7.4.2	Ergebnisse der Untersuchung	135
7.5	Abschließende Bewertung des schädigungsmechanischen Modellierungskonzepts	144
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>146</b>
8.1	Zusammenfassung	146
8.2	Ausblick	149
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>151</b>