

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Problemstellung .....	1
1.2	Ziel der Arbeit.....	3
1.3	Aufbau der Arbeit .....	4
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>5</b>
2.1	Materialverhalten von Stahlfaserbeton .....	5
2.1.1	Wirkungsweise von Stahlfasern im Beton .....	5
2.1.2	Trag- Verformungs- und Reißverhalten von Stahlfaserbeton .....	7
2.1.3	Verhalten von Stahlfaserbeton unter den Belastungsbedingungen einer Tunnelschale.....	11
2.1.4	Spannungsdehnungslinien für Stahlfaserbeton.....	14
2.2	Nichtlineare Berechnungsverfahren im Massivbau .....	22
2.2.1	Verfahren zur Schnittgrößenermittlung.....	23
2.2.2	Rotationsvermögen von Stahlbetonquerschnitten .....	30
2.2.3	Sicherheitskonzept für nichtlineare Berechnungen .....	38
2.3	Standsicherheitsuntersuchungen im Tunnelbau.....	
2.3.1	Allgemeines .....	41
2.3.2	Belastungsansätze.....	42
2.3.3	Der gebettete Stabzug.....	44
2.3.4	Numerische Kontinuumsmodelle .....	46
<b>3</b>	<b>Einsatzgrenzen von Stahlfaserbeton am Beispiel eines Maulquerschnittes</b> .....	<b>49</b>
3.1	Untersuchung am Beispiel eines Maulquerschnittes .....	49
3.2	Statisches System.....	50
3.3	Untersuchte Lastfälle .....	51
3.3.1	Lastfall Gebirgsdruck .....	51
3.3.2	Lastfall Wasserdruck .....	52
3.3.3	Lastfall Gebirgs- und Wasserdruck.....	53
3.4	Berechnungsergebnisse.....	53
3.4.1	Schnittgrößenverläufe.....	53
3.4.2	Beanspruchungsgrenzen .....	55
3.5	Ansatz örtlich reduzierter Steifigkeiten .....	57
3.6	Fazit.....	59

---

<b>4</b>	<b>Experimentelle Untersuchungen</b> .....	<b>62</b>
4.1	Vorstellung des Versuchsprogrammes .....	62
4.1.1	Der Versuchsaufbau .....	62
4.1.2	Gemessene Größen.....	64
4.1.3	Verwendete Betonrezeptur.....	68
4.1.4	Verwendete Stahlfasern.....	68
4.1.5	Herstellung der Probekörper .....	69
4.1.6	Versuchsdurchführung .....	70
4.1.7	Umfang der experimentellen Untersuchungen.....	70
4.2	Auswertung des Trag-, Verformungs- und Rißverhaltens.....	71
4.2.1	Auswertung für die Phase I.....	72
4.2.2	Auswertung für die Phase II.....	74
4.2.3	Auswertung für die Phase III .....	80
4.3	Auswertung des Rotationsverhaltens.....	87
4.3.1	Verfahren zur Auswertung über die Krümmung.....	87
4.3.2	Verfahren zur Auswertung über die Durchbiegung .....	90
4.3.3	Darstellung der Ergebnisse.....	91
4.4	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	95
<b>5</b>	<b>Bemessungsgrundlagen für Biegung und Längsdruckkraft</b> .....	<b>97</b>
5.1	Spannungsdehnungslinie als Grundlage der Bemessung .....	97
5.1.1	Dehnungskennwerte .....	98
5.1.2	Festigkeitskennwerte.....	101
5.1.3	Rechnerische Simulation der Versuchsergebnisse.....	103
5.2	Nachweise für den maßgebenden Querschnitt .....	106
5.2.1	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	107
5.2.2	Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	108
5.3	Nachweis der Rotationsfähigkeit.....	109
5.3.1	Extrapolation der Versuchsergebnisse für $e/d < 0,50$ .....	109
5.3.2	Vorschlag für zulässige plastische Rotationswinkel $\Theta_{pl}$ .....	111
<b>6</b>	<b>Bemessung von Tunnelschalen aus Stahlfaserbeton durch Ermittlung der Traglast</b> .....	<b>112</b>
6.1	Berechnungsmodell .....	112
6.1.1	Materialparameter .....	113
6.1.2	Berechnung der äquivalenten Biegesteifigkeiten $EI_{eq}$ .....	113
6.1.3	Iterationsverfahren .....	123
6.2	Sicherheitskonzept für die Anwendung nichtlinearer Verfahren .....	124

---

6.3	Anwendung auf das Beispiel des Maulquerschnittes.....	126
6.3.1	Umlagerung der Biegemomente.....	126
6.3.2	Traglasten aus der nichtlinearen Berechnung.....	128
6.3.3	Zulässige Grenzen der Beanspruchung .....	129
6.3.4	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit .....	132
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>134</b>
7.1	Zusammenfassung.....	134
7.2	Ausblick .....	136
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>138</b>