

Inhaltsverzeichnis:

- 1 Einleitung.....6
 - 1.1 Motivation.....6
 - 1.2 Zielsetzung.....8
- 2 Stand der Technik9
 - 2.1 Kopfbolzendübel.....9
 - 2.2 Blockdübel.....12
 - 2.3 Schrauben.....15
 - 2.4 Leichtbeton.....18
 - 2.5 Ermüdung.....20
- 3 Zusammenfassung aktueller Forschungsergebnisse22
 - 3.1 Breuninger - liegende Kopfbolzendübel [3]22
 - 3.2 Hegger - hochfeste Materialien [13],[14] und [15]22
 - 3.3 In der Literatur vorhandene Versuchsreihen mit Schrauben als Verbundmittel...
.....24
 - 3.3.1 Versuchsergebnisse aus dem Forschungsprogramm der ECSC [7]24
 - 3.3.2 Versuchsergebnisse im Rahmen der Sanierung Brücke Tautendorf.....30
- 4 Bewertung des Standes der Technik und der vorhandenen Versuchsreihen32
 - 4.1 Bewertung im Hinblick auf überlange Schrauben als Verbundmittel32
 - 4.1.1 Modell zur Berechnung der Tragfähigkeit in Normalbeton33
 - 4.1.2 Modell zur Berechnung der Tragfähigkeit in Leichtbeton34
 - 4.1.3 Modell zur Berechnung der Ermüdungsfestigkeit.....35
 - 4.2 Bewertung im Hinblick auf Niete als Verbundmittel.....35
 - 4.2.1 Modell zur Berechnung der Tragfähigkeit in Normalbeton35
 - 4.3 Bewertung im Hinblick auf die Kombination von überlangen Schrauben und Niete als Verbundmittel41
 - 4.3.1 Modell zur Berechnung der Tragfähigkeit in Normalbeton41
 - 4.4 Bewertung im Hinblick auf den Einsatz von überlangen Schrauben als interne Abhebesicherung als Verbundmittel.....43
- 5 Durchführung experimenteller Untersuchungen44
 - 5.1 Beschreibung der Versuchsträger und Versuchsdurchführung44

5.1.1	Werkstoffe	44
5.1.2	Herstellung der Versuchskörper	47
5.1.3	Versuchsaufbau	48
5.1.4	Messeinrichtung	50
5.1.5	Versuchsablauf	50
5.2	Beschreibung der Versuchsreihen	51
5.2.1	Versuche mit überlangen Schrauben als Verbundmittel	52
5.2.2	Versuche mit Nietersatzschrauben und externer Abhebesicherung als Verbundmittel	54
5.2.3	Versuche mit Kombination von überlangen Schrauben und Nietersatzschrauben als Verbundmittel	56
5.2.4	Versuche mit Nietersatzschrauben und interner Abhebesicherung	56
6	V Versuchsergebnisse und Auswertung der experimentellen Versuchsreihen	58
6.1	Tragfähigkeit und Last-Verformungsverhalten der Verbundfuge mit überlangen Schrauben in Normal- oder Leichtbeton	58
6.1.1	Versuchsreihen mit statischer Beanspruchung	58
6.1.2	Zusammenfassung der Ergebnisse der statischen Versuchsreihe im Hinblick auf einzelne Versuchsparameter	73
6.1.3	Versuche mit dynamischer Beanspruchung	75
6.1.4	Zusammenfassung der Ergebnisse der dynamischen Versuchsreihe im Hinblick auf einzelne Versuchsparameter	79
6.2	Tragfähigkeit und Last-Verformungsverhalten der Verbundfuge mit Niete bei externer Abhebesicherung in Normalbeton	80
6.2.1	Versuchsreihen mit statischer Beanspruchung	80
6.2.2	Zusammenfassung der Ergebnisse der statischen Versuchsreihe im Hinblick auf einzelne Versuchsparameter	90
6.3	Tragfähigkeit und Last-Verformungsverhalten der Verbundfuge bei der Kombination von überlangen Schrauben und Niete in Normalbeton	91
6.3.1	Versuchsreihen mit statischer Beanspruchung	91
6.3.2	Zusammenfassung der Ergebnisse der statischen Versuchsreihe	96
6.4	Tragfähigkeit und Last-Verformungsverhalten der Verbundfuge mit Niete bei interner Abhebesicherung in Normalbeton	96
6.4.1	Versuchsreihen mit statischer Beanspruchung	96

6.4.2	Zusammenfassung der Ergebnisse der statischen Versuchsreihe.....	102
7	Ermittlung der Bemessungswerte der Tragfähigkeit.....	103
7.1	Bemessungswert der Tragfähigkeit für überlange Schrauben als Verbundmittel in Normal- oder Leichtbeton	105
7.1.1	Bemessungsmodell für das Versagen der Verbundfuge	105
7.1.2	Bemessungsmodell für das Versagen im Beton.....	107
7.2	Tragfähigkeit von Nieten als Verbundmittel in Normalbeton.....	107
7.2.1	Bemessungsmodell für das Versagen im Beton.....	108
7.3	Tragfähigkeit für die Kombination von überlangen Schrauben und Niete als Verbundmittel in Normal- oder Leichtbeton	109
7.4	Ermüdungsfestigkeit überlanger Schrauben als Verbundmittel in Normalbeton..	109
8	Einstufung der Verbundmittel anhand des Duktilitätskriterium gemäß EC4	112
8.1	Duktilitätskontrolle überlanger Schrauben in Normal- oder Leichtbeton.....	115
8.1.1	Schrauben M16 – Schraubengüte 5.6.....	116
8.1.2	Schrauben M20 – Schraubengüte 5.6.....	118
8.1.3	Schrauben M20 – Schraubengüte 8.8.....	121
8.1.4	Schrauben M24 – Schraubengüte 5.6.....	123
8.1.5	Schrauben M24 – Schraubengüte 8.8.....	125
8.2	Zusammenfassung und Abgrenzungskriterien zur Sicherstellung der Duktilität überlanger Schrauben.....	126
8.3	Duktilitätskontrolle von Niete in Normalbeton	129
8.4	Duktilitätskontrolle für die Kombination überlanger Schrauben und Niete.....	130
8.5	Zusammenfassung und Abgrenzungskriterien zur Sicherstellung der Duktilität bei der Kombination überlanger Schrauben und Niete.....	133
8.6	Verformungsverhalten von Niete in Normalbeton mit interner Sicherung.....	134
8.7	Verformungsverhalten der untersuchten Verbundmittel auf Gebrauchslastniveau.....	135
9	Wirtschaftlichkeitsstudie	136
9.1	Vergleich der Verbundmittel überlanger Schraube und Kopfbolzendübel	136
9.2	Vergleichsrechnung am ausgeführten Beispiel Brücke Tautendorf.....	137
10	Zusammenfassung der Ergebnisse	140
11	Literaturverzeichnis.....	143

12	Anhang A – Variationskoeffizient	145
13	Anhang B – statistische Auswertung.....	147
14	Anhang C – Datasheets.....	149