

# Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik

Heft

**834**

2002

**Forschungsberichte** aus dem Forschungsprogramm  
des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen und  
der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.

## **Liegende Kopfbolzendübel unter Quer- und Längsschub in Stahlbetonplatten**

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann  
Dipl.-Ing. Kai Kürschner

Institut für Konstruktion und Entwurf I  
Universität Stuttgart

April 2002

Herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und  
Wohnungswesen, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, Bonn

*HLuHB Darmstadt*



15311347

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	11	4.1.2.4	Baustahl	26
1.1	Definition von liegenden Kopfbolzendübeln	11	4.1.3	Geometrie	26
1.2	Möglichkeiten zur Anwendung von liegenden Kopfbolzendübeln	11	4.1.3.1	Abmessungen der Kopfbolzendübel	26
1.3	Gegenstand der Untersuchungen	12	4.1.3.2	Anordnung der Kopfbolzendübel	27
<b>2</b>	<b>Stand der Wissenschaft und Technik</b>	13	4.1.3.3	Dicke der Stahlbetonplatte	27
2.1	Allgemeines	13	4.2	Krafteinleitung	28
2.2	Kopfbolzendübel im Verbundbau	14	4.3	Messungen	28
2.2.1	Stehende Kopfbolzendübel	14	4.3.1	Wegmessungen	28
2.2.2	Liegende Kopfbolzendübel	15	4.3.2	Dehnungsmessungen	30
2.3	Kopfbolzendübel in der Befestigungstechnik	17	4.4	Versuchsablauf	30
2.3.1	Allgemeines	17	4.4.1	Allgemeines	30
2.3.2	Ungerissener Beton	17	4.4.2	Reiner Querschub	31
2.3.2.1	Grundsätzliches Tragverhalten	17	4.4.3	Kombinierter Quer- und Längsschub	31
2.3.2.2	Einzelbefestigungen	17	<b>5</b>	<b>Beschreibung der Versuche</b>	31
2.3.2.3	Gruppenbefestigung in Reihe	18	5.1	Versuchskörper unter reinem Querschub	31
2.3.3	Gerissener Beton	18	5.1.1	Allgemeines	31
2.4	Kopfbolzendübel im Stahlbetonbau	18	5.1.2	Einreihige Dübelanordnungen	32
<b>3</b>	<b>Vorbereitung der Versuche</b>	19	5.1.2.1	Versuchsverlauf	32
3.1	Konstruktive Ausbildung der Stahlbetonplatten im Brückenbau	19	5.1.2.2	Wegmessungen	34
3.2	Gestaltung der Versuchskörper	19	5.1.2.3	Dehnungsmessungen	35
3.2.1	Überlegungen zur Gestaltung der Versuchskörper	19	5.1.3	Zweireihige und versetzte Dübelanordnungen	36
3.2.2	Prinzipielle Geometrie der Versuchskörper	20	5.1.3.1	Versuchsverlauf	36
3.3	Variation der Konstruktionsparameter	21	5.1.3.2	Wegmessungen	37
3.3.1	Allgemeines Versuchskonzept	21	5.2	Versuchskörper unter kombiniertem Quer- und Längsschub	37
3.3.2	Versuchsprogramm	21	5.2.1	Allgemeines	37
<b>4</b>	<b>Durchführung der Versuche</b>	22	5.2.2	Versuchsverlauf	38
4.1	Ausgeführte Versuchskörper	22	5.2.3	Wegmessungen	39
4.1.1	Herstellung	22	<b>6</b>	<b>Auswertung der Versuche unter Querschub</b>	39
4.1.2	Werkstoffe	23	6.1	Allgemeines	39
4.1.2.1	Beton	23	6.1.1	Annahmen	39
4.1.2.2	Betonstahl	26	6.1.2	Vergleich mit den rechnerischen Tragfähigkeiten stehender Dübel	39
4.1.2.3	Kopfbolzendübel	26	6.1.3	Vergleich mit den Tragfähigkeiten liegender Dübel unter Längsschub	40

6.3.1.1	Betongüte . . . . .	42	8.5	Einfluß einzelner Konstruktionsparameter . . . . .	60
6.3.1.2	Abstand der Kopfbolzendübel zum oberen Rand . . . . .	43	8.5.1	Betongüte . . . . .	60
6.3.1.3	Achsabstand der Kopfbolzendübel . . .	45	8.5.2	Abstand der Kopfbolzendübel zum oberen Rand . . . . .	60
6.3.1.4	Durchmesser der Kopfbolzendübel . . .	46	8.5.3	Durchmesser der Kopfbolzendübel . . .	60
6.3.1.5	Durchmesser der Längsbewehrung . . .	46	8.5.4	Durchmesser der Bügelbewehrung . . .	60
6.3.1.6	Durchmesser der Bügelbewehrung . . .	47	8.5.5	Anzahl der Bügel je Kopfbolzendübel .	61
6.3.1.7	Anzahl der Bügel je Kopfbolzendübel .	47			
6.3.2	Zweireihige und versetzte Dübelanordnung . . . . .	48	<b>9</b>	<b>Ergebnisse der Untersuchungen . . .</b>	<b>61</b>
6.3.2.1	Grundsätzliches . . . . .	48	9.1	Tragfähigkeit . . . . .	61
6.3.2.2	Mittlerer Abstand der Kopfbolzendübel zum oberen Rand . . . . .	48	9.2	Vergleich der theoretischen Tragfähigkeit mit den Versuchen . . . . .	65
6.3.2.3	Achsabstand der Kopfbolzendübel . . .	49	9.3	Duktilität . . . . .	66
6.3.2.4	Anzahl der Bügel je Kopfbolzendübel .	50	9.4	Bemessungsvorschlag . . . . .	67
6.3.3	Vergleich der verschiedenen Dübelanordnungen . . . . .	51	9.4.1	Reiner Querschub . . . . .	67
<b>7</b>	<b>Auswertung der Versuche unter Quer- und Längsschub . . . . .</b>	<b>51</b>	9.4.2	Kombinierter Quer- und Längsschub . .	68
<b>8</b>	<b>Numerische Untersuchungen . . . . .</b>	<b>52</b>	9.5	Vergleich . . . . .	68
8.1	Allgemeines . . . . .	52	9.5.1	Stehende Kopfbolzendübel . . . . .	68
8.2	Grundlagen des Finite-Elemente Programms . . . . .	52	9.5.2	Liegende Kopfbolzendübel unter reinem Längsschub . . . . .	69
8.2.1	Richtungsinteraktion in der Rißprozeßzone . . . . .	52	<b>10</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick . . .</b>	<b>69</b>
8.2.2	Räumliche Interaktion in der Rißprozeßzone . . . . .	52	10.1	Zusammenfassung . . . . .	69
8.2.3	Maßstabseffekt von Beton- und Stahlbetonkonstruktionen . . . . .	53	10.2	Ausblick . . . . .	70
8.3	Verwendete Finite-Elemente Modelle . .	53	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>70</b>	
8.3.1	Allgemeines Vorgehen . . . . .	53	<b>Anhang A: Versuchskörper . . . . .</b>	<b>73</b>	
8.3.2	Räumliche Modelle . . . . .	53	<b>Anhang B: Dehnungsmessungen . . . . .</b>	<b>99</b>	
8.3.3	Ebene Modelle . . . . .	54	<b>Anhang C: Wegmessungen . . . . .</b>	<b>115</b>	
8.3.4	Materialeingaben . . . . .	55			
8.4	Qualitatives Trag- und Verformungsverhalten . . . . .	55			
8.4.1	Allgemeines . . . . .	55			
8.4.2	Kraft-Schlupf-Verlauf . . . . .	55			
8.4.3	Verformungen . . . . .	56			
8.4.4	Dehnungen . . . . .	57			
8.4.5	Spannungen . . . . .	58			
8.4.6	Zusammenfassung und Vergleich mit den Versuchen . . . . .	59			