

# Sicherstellung ausreichender Tragfähigkeit von Kopfbolzendübeln bei Einsatz von Profilblechen

**T 3236**

T 3236

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2010

ISBN 978-3-8167-8286-5

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

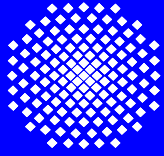
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00

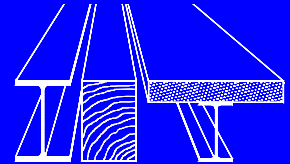
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)



Institut für Konstruktion und Entwurf  
Stahl- Holz- und Verbundbau  
Universität Stuttgart



# **Sicherstellung ausreichender Tragfähigkeit von Kopfbolzendübeln bei Einsatz von Profilblechen**

**Ulrike Kuhlmann  
Matthias Konrad**

**Forschungsbericht**

**Im Auftrag des Deutschen Instituts für Bautechnik**

**Sicherstellung ausreichender Tragfähigkeit von  
Kopfbolzendübeln bei Einsatz von Profilblechen**

**ZP 52-5-17.20.1-1287/08**

Prof. Dr.-Ing. U. Kuhlmann

Dipl.-Ing. M. Konrad

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Tragverhalten von Kopfbolzen</b>                                    | <b>7</b>  |
| 2.1      | in einer Vollbetonplatte . . . . .                                     | 7         |
| 2.2      | bei Trapezprofilblechen senkrecht zum Verbundträger . . . . .          | 8         |
| <b>3</b> | <b>Normen</b>  | <b>13</b> |
| 3.1      | Allgemeines . . . . .  | 13        |
| 3.2      | DIN 18800-5 . . . . .  | 13        |
| 3.3      | EN 1994-1-1 . . . . .  | 15        |
| 3.4      | Hintergrundbericht zu Eurocode 4 Teil 1-1 . . . . .                    | 16        |
| 3.5      | Zusammenfassung und Vergleich . . . . .                                | 17        |
| 3.6      | Diskussion der Regelungen in DIN EN 1994-1-1 und DIN 18800-5 . . . . . | 19        |
| <b>4</b> | <b>Modelle</b>   | <b>23</b> |
| 4.1      | nach Ernst . . . . .   | 23        |
| 4.2      | nach Jenisch . . . . .   | 29        |
| 4.3      | nach Johnson und Yuan . . . . .  | 32        |
| 4.4      | nach Lungershausen . . . . .   | 34        |
| 4.5      | nach Rambo-Roddenberry . . . . .                                       | 36        |
| 4.6      | nach Lawson . . . . .  | 37        |
| <b>5</b> | <b>Versuche aus der Literatur</b>                                      | <b>39</b> |
| 5.1      | Allgemeines . . . . .  | 39        |
| 5.2      | von Roik und Bürkner (1979) . . . . .                                  | 39        |
| 5.3      | von Roik und Bürkner (1981) . . . . .                                  | 40        |
| 5.4      | von Roik und Lungershausen (1988) . . . . .                            | 41        |
| 5.5      | von Roik und Hanswille (1988) . . . . .                                | 41        |
| 5.6      | von Bode und Künzel (1987) . . . . .                                   | 42        |
| 5.7      | von Bode und Künzel (1991) . . . . .                                   | 42        |
| 5.8      | von Robinson (1988) . . . . .  | 43        |
| 5.9      | von Lloyd und Wright (1990) . . . . .                                  | 45        |
| 5.10     | von Johnson und Mottram (1990) . . . . .                               | 46        |
| 5.11     | von Johnson und Yuan (1998) . . . . .                                  | 47        |
| 5.12     | von Ernst (2006) . . . . .   | 48        |
| 5.13     | von Rambo-Roddenberry (2002) . . . . .                                 | 50        |
| 5.14     | von Kuhlmann und Konrad (2008) . . . . .                               | 54        |
| 5.15     | Zusammenfassung . . . . .  | 54        |
| <b>6</b> | <b>Modellvergleich anhand bestehender Versuche</b>                     | <b>57</b> |
| 6.1      | mit DIN 18800-5 [13] bzw. EN 1994-1-1 [18] . . . . .                   | 57        |
| 6.2      | mit Ernst [20] . . . . .   | 59        |
| 6.3      | mit Jenisch [34] . . . . .   | 60        |
| 6.4      | mit Johnson und Yuan [37],[64] . . . . .                               | 62        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 6.5      | mit Lungershausen [45] . . . . .                                  | 64         |
| 6.6      | mit Rambo-Roddenberry [51] . . . . .                              | 66         |
| 6.7      | mit Lawson [43] . . . . .   | 68         |
| 6.8      | Zusammenfassung . . . . .   | 70         |
| 6.9      | Schlussfolgerung . . . . .  | 70         |
| <b>7</b> | <b>FE-Untersuchungen</b>  | <b>75</b>  |
| 7.1      | Allgemein . . . . .   | 75         |
| 7.2      | Modell und Verifikation . . . . .                                 | 75         |
| 7.2.1    | Allgemeines . . . . .   | 75         |
| 7.2.2    | Materialmodelle . . . . .   | 75         |
| 7.2.2.1  | Betonmodell . . . . .   | 75         |
| 7.2.2.2  | Stahlmodell . . . . .   | 76         |
| 7.2.3    | Verifikation . . . . .  | 77         |
| 7.2.3.1  | Voruntersuchungen . . . . .                                       | 77         |
| 7.2.3.2  | Vergleich mit eigenen Versuchen . . . . .                         | 81         |
| 7.3      | Parameterbereich . . . . .  | 86         |
| 7.4      | Ergebnisse . . . . .  | 89         |
| 7.4.1    | Einfluss der Rippenhöhe $h_p$ . . . . .                           | 89         |
| 7.4.2    | Einfluss der Einbindetiefe des Kopfbolzens $h_{sc}/h_p$ . . . . . | 89         |
| 7.4.3    | Einfluss der Profilblechgeometrie $b_m/h_p$ . . . . .             | 90         |
| 7.4.4    | Einfluss der Profilblechdicke $t$ . . . . .                       | 91         |
| 7.4.5    | Einfluss der Kopfbolzenanzahl $n_r$ . . . . .                     | 92         |
| 7.4.6    | Zusammenfassung . . . . .   | 92         |
| <b>8</b> | <b>Neue Reduktionsfaktoren</b>                                    | <b>93</b>  |
| 8.1      | Allgemeines . . . . .   | 93         |
| 8.2      | Abminderungsfaktoren . . . . .                                    | 94         |
| 8.2.1    | Für 1 Kopfbolzen in „mid-position“ . . . . .                      | 94         |
| 8.2.2    | Für 1 Kopfbolzen in „favourable-position“ . . . . .               | 95         |
| 8.2.3    | Für 1 Kopfbolzen in „unfavourable-position“ . . . . .             | 95         |
| 8.2.4    | Zusammenfassung . . . . .   | 96         |
| 8.3      | Erweiterung des Anwendungsbereich . . . . .                       | 97         |
| 8.4      | Überprüfung der Abminderungsfaktoren . . . . .                    | 99         |
| 8.5      | Bemessungsvorschlag . . . . .                                     | 100        |
| <b>9</b> | <b>Zusammenfassung und Ausblick</b>                               | <b>105</b> |
| 9.1      | Zusammenfassung . . . . .   | 105        |
| 9.2      | Ausblick . . . . .  | 106        |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b>                                       | <b>107</b> |
|          | <b>Tabellenverzeichnis</b>  | <b>113</b> |
|          | <b>Abbildungsverzeichnis</b>                                      | <b>115</b> |
| <b>A</b> | <b>Anhang</b>   | <b>119</b> |
| A.1      | Gesamtübersicht Fremdversuche . . . . .                           | 119        |
| A.2      | Maßeinheiten . . . . .  | 130        |
| A.3      | „Gauge-Deck“-Dicken . . . . .                                     | 131        |