

Ulrike Kuhlmann, Julius Gauß

# **Optimierung und Systematisierung von Anschlüssen im Holzbau zur Verbreitung der ressourcen- schonenden Bauweise**

F 3185

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. 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.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

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

© by Fraunhofer IRB Verlag

2020

ISBN 978-3-7388-0462-1

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)

[www.irb.fraunhofer.de/bauforschung](http://www.irb.fraunhofer.de/bauforschung)



Universität Stuttgart

Institut für Konstruktion und Entwurf

Schwerpunkte: Stahlbau, Holzbau und Verbundbau

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann



## Optimierung und Systematisierung von Anschlüssen im Holzbau zur Verbreitung der ressourcenschonenden Bauweise

- Endbericht -

### Forschungsprogramm

Forschungsinitiative „Zukunft Bau“, ein Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

### Projektlaufzeit

01. Mai 2017 – 31. Mai 2019

### Aktenzeichen

SWD-10.08.18.7-17.12

### im Auftrag

des Bundesinstituts für Bau-, Stadt-, und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)

### Durchführung:

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann

Julius Gauß, M.Sc.

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert (AktENZEICHEN: SWD-10.08.18.7-17.12).

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit

FORSCHUNGSINITIATIVE  
**Zukunft BAU**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation .....	1
1.2	Aufbau des Forschungsprojekts .....	2
<b>2</b>	<b>Stand der Technik .....</b>	<b>5</b>
2.1	Allgemeines.....	5
2.2	Tragfähigkeit stiftförmiger Verbindungsmittel .....	5
2.2.1	Allgemeines.....	5
2.2.2	Tragfähigkeit von Stahl-Holz-Verbindungen nach DIN EN 1995-1-1 .....	5
2.2.3	Verstärkung von Anschlüssen .....	7
2.3	Steifigkeit stiftförmiger Verbindungsmittel .....	7
2.3.1	Allgemeines.....	7
2.3.2	Steifigkeit nach DIN EN 1995-1-1 .....	8
2.4	Komponentenmethode nach DIN EN 1993-1-8 .....	8
2.5	Zusammenfassung .....	11
<b>3</b>	<b>AP A: Analyse von Anschlüssen, Erstellung Komponenten katalog .....</b>	<b>13</b>
3.1	Allgemeines.....	13
3.2	Analyse bestehender Anschlüsse.....	13
3.2.1	Allgemeines.....	13
3.2.2	Grundtypen von Anschlüssen.....	14
3.2.2.1	Gelenkige Anschlüsse .....	15
3.2.2.2	Nachgiebige Anschlüsse.....	15
3.2.2.3	Biegesteife Anschlüsse.....	16
3.2.3	Identifizierte Grundkomponenten.....	18
3.3	Komponentenkatalog für Anschlüsse im Holzbau .....	19

3.4	Zusammenfassung .....	20
<b>4</b>	<b>AP B: Experimentelle Untersuchungen.....</b>	<b>21</b>
4.1	Allgemeines .....	21
4.2	Materialuntersuchungen und Verbindungsmittel .....	21
4.2.1	Holzbauteile.....	21
4.2.2	Stabdübel .....	22
4.2.3	Bolzen.....	23
4.2.4	Stahlbleche .....	23
4.2.5	Vollgewindeschrauben .....	23
4.3	Komponentenversuche .....	24
4.3.1	Versuchsmatrix.....	24
4.3.2	Komponente „Zug parallel zur Faserrichtung“ .....	25
4.3.2.1	Geometrie .....	25
4.3.2.2	Messtechnik.....	26
4.3.2.3	Versuchsdurchführung .....	27
4.3.2.4	Versuchsergebnisse .....	29
4.3.2.5	Zusammenfassung der Versuchsergebnisse .....	38
4.3.3	Komponente „Zug senkrecht zur Faserrichtung“ .....	45
4.3.3.1	Geometrie .....	45
4.3.3.2	Messtechnik.....	46
4.3.3.3	Versuchsdurchführung .....	46
4.3.3.4	Versuchsergebnisse .....	47
4.3.4	Komponente „Rotation Verbindungsmittelgruppe“ .....	50
4.3.4.1	Geometrie .....	50
4.3.4.2	Messtechnik.....	51
4.3.4.3	Versuchsdurchführung .....	51
4.3.4.4	Auswertung der Ergebnisse .....	52

4.3.4.5	Versuchsergebnisse .....	53
4.4	Ermittlung von Federkennlinien.....	54
4.4.1	Allgemeines.....	54
4.4.2	Verbindungen mit einem einzelnen Verbindungsmittel.....	55
4.4.2.1	Stabdübel in Faserrichtung.....	55
4.4.2.2	Bolzen in Faserrichtung.....	56
4.4.2.3	Stabdübel und Bolzen quer zur Faserrichtung.....	57
4.4.3	Verbindungsmittelgruppen.....	58
4.4.3.1	Zug in Faserrichtung.....	58
4.4.3.2	Rotation Verbindungsmittelgruppe .....	59
4.5	Bauteilversuche .....	60
4.5.1	Allgemeines.....	60
4.5.2	Varianten .....	60
4.5.3	Versuchskörpergeometrie.....	62
4.5.4	Versuchsaufbau .....	64
4.5.4.1	Lagerung und Lasteinleitung.....	64
4.5.4.2	Messtechnik.....	65
4.5.5	Versuchsdurchführung .....	66
4.5.6	Versuchsergebnisse .....	66
4.5.6.1	Allgemeines.....	66
4.5.6.2	T 1.1.....	67
4.5.6.3	T 1.2.....	68
4.5.6.4	T 1.3.....	69
4.5.6.5	T 2.1.....	70
4.5.6.6	T 2.2.....	71
4.5.6.7	T 3.1.....	73
4.5.6.8	T 3.2.....	75
4.5.6.9	T 4.1.....	77

4.5.6.10	T 4.2.....	79
4.5.6.11	T 5.1.....	81
4.5.7	M- $\Phi$ -Diagramme Bauteilversuche .....	82
4.5.7.1	Allgemeines.....	82
4.5.7.2	Versuchsserie T 1.X .....	83
4.5.7.3	Versuchsserie T 2.X .....	84
4.5.7.4	Versuchsserie T 3.X .....	85
4.5.7.5	Versuchsserie T 4.X .....	85
4.5.7.6	Versuchsserie T 5.X .....	86
4.5.7.7	Übersicht und Vergleich Versuchsserien .....	87
4.6	Zusammenfassung .....	89
<b>5</b>	<b>AP C: Abgleich der Ergebnisse mit dem Komponentenmodell .....</b>	<b>91</b>
5.1	Allgemeines.....	91
5.2	Komponentenmodell für den Anschluss Stützenfußpunkt .....	91
5.3	Modellierung in RSTAB .....	94
5.4	Zusammenfassung .....	96
<b>6</b>	<b>AP D: Analytische und numerische Parameterstudien.....</b>	<b>97</b>
6.1	Allgemeines.....	97
6.2	Variierte Parameter.....	97
6.3	Ergebnisse .....	97
6.3.1	Minimal- und Maximalwerte Komponenteneigenschaften .....	97
6.3.2	Einfluss Detaillierung Komponenteneigenschaften .....	99
6.3.3	Einfluss der einzelnen Komponenten auf das Gesamttragverhalten .....	101
6.4	Zusammenfassung .....	103
<b>7</b>	<b>AP E: Musterstatik und Bemessungsbeispiel .....</b>	<b>105</b>
7.1	Allgemeines.....	105
7.2	Erstellung Federmodell .....	105

7.3	Ermittlung Federkennwerte .....	106
7.3.1	Druckzone .....	106
7.3.2	Zugbeanspruchung VBM-Gruppe .....	107
7.3.3	Rotation VBM-Gruppe.....	108
7.3.4	Zusammenfassung .....	109
7.4	Ergebnisbewertung .....	110
7.5	Bemessung des Anschlusses.....	112
7.6	Zusammenfassung .....	117
<b>8</b>	<b>Ergebnisverwertung .....</b>	<b>119</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>121</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>125</b>
<b>Anhang A</b>	<b>Versuchskörpergeometrien .....</b>	<b>129</b>
<b>Anhang B</b>	<b>Versuchsergebnisse.....</b>	<b>139</b>