

**Sichere Auslegung von
Horizontalverbänden zur
Stabilisierung biegedrillknick-
gefährdeter Brettschichtholzträger**

T 3334

T 3334

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

2016

ISBN 978-3-8167-9704-3

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

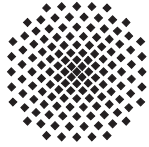
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00

Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de



Universität Stuttgart
Institut für Konstruktion und Entwurf
Schwerpunkte: Stahlbau, Holzbau und Verbundbau
Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann

Im Auftrag des
Deutschen Instituts für Bautechnik

ZP 52-5-13.184-1412/12

Sichere Auslegung von Horizontalverbänden zur Stabilisierung biegedrillknickgefährdeter Brettschichtholzträger

Schlussbericht

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann

Dipl.-Ing. Johannes Leichtle

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Überblick	1
1.2	Ziel und Zweck des Forschungsvorhabens	1
2	Allgemeine Grundlagen, Problembeschreibung und Aufgaben	3
2.1	Allgemeines	3
2.2	Mechanische Grundlagen	5
2.2.1	Biegetorsionstheorie II. Ordnung	5
2.3	Darstellung der technisch-wissenschaftlichen Ausgangsbasis	6
2.3.1	Ausgangsbasis nach traditioneller Regelung	6
2.3.2	Seitenlasten nach DIN 1052-1988 [6]	6
2.3.3	Seitenlasten nach DIN 1052-2008 [7]	8
2.3.4	Seitenlasten nach DIN EN 1995-1-1 [9] + NA [10]	11
2.3.5	Torsionsmoment	12
2.3.6	Verformungskriterium	15
2.3.7	Weitere Trägerformen	16
3	Numerische Lösung des Biegetorsionsproblems	17
3.1	Das Computerprogramm <i>constantialigni</i>	17
3.1.1	Beschreibung des Programms	17
3.1.2	Erweiterung des Programms	17
3.1.3	Verifizierung der Verformungen	18
3.1.3.1	Überblick	18
3.1.3.2	Verformungsverläufe	20
3.1.4	Horizontale Vorverformung durch den Dachverband	21
3.1.4.1	Überblick	21
3.1.4.2	Art der globalen Vorverformung	22
3.1.4.3	Verifizierung der Verformungsergebnisse	23
3.1.5	Verifizierung der Schnittgrößen	25
3.1.5.1	Vergleichsrechnungen	25
3.1.5.2	Zusammenfassung	29

3.1.6	Querschnitt mit linear veränderlicher Höhe	30
3.1.6.1	Programmerweiterung	30
3.1.6.2	System- und Querschnittsanpassungen	30
3.1.6.3	Biegelinie bei veränderlicher Biegesteifigkeit	31
3.1.7	Verifizierung der Rechenergebnisse am Satteldachquerschnitt	32
3.1.7.1	Verifizierungsvorgehen	32
3.1.7.2	Vergleichsrechnung mit konstantem Querschnitt	33
3.1.7.3	Querschnitt mit veränderlicher Höhe	34
3.1.7.4	Schnittgrößen	36
4	Rechenbeispiel mit Stützungen in der Schwerachse	39
4.1	Allgemeines	39
4.2	System	39
4.3	Einwirkungen	40
4.3.1	Ständige Lasten	40
4.3.2	Veränderliche Lasten	40
4.4	Bemessung	41
4.4.1	Brettschichtholzträger	41
4.4.2	Pfette	43
4.4.3	Deckblech	44
4.4.4	Zugdiagonalen	44
4.5	Anschlussdetail des Aussteifungsverbands	44
4.6	Steifigkeit des Pfettenanschlusses nach DIN EN 1995-1-1	45
4.7	Iterative Berechnung der Verbandsverformung	47
5	Vergleichsrechnungen zur Abschätzung des Verhaltens	51
5.1	Allgemeines	51
5.2	Modellbildung	51
5.2.1	Modellbeschreibung	51
5.2.2	Kippgefährdeter Biegeträger	51
5.2.3	Horizontaler Dachverband	52
5.3	Iterative Berechnung der horizontalen Stützungssteifigkeit	53
5.3.1	Verformungsiteration für das Hallenbeispiel	53
5.4	Vergleichsrechnungen zur Verifizierung der Ergebnisse	55
5.4.1	Variation der horizontalen Lagerungssteifigkeiten	55
5.4.2	Vergleichsrechnung mit RUBSTAHL zur Ergebnisverifizierung	56
5.4.3	Vergleichsrechnung mit horizontalen Ersatzlasten nach Petersen zur Verifizierung	58

6	Rechnungen mit Stützungen am Obergurt des Binders	61
6.1	Allgemeines	61
6.2	Rechnung mit globaler Vorkrümmung des Trägers	62
6.3	Rechnung mit lokaler Vorkrümmung des Trägers	64
6.4	Zusammenfassung	65
7	Parameterstudie	67
7.1	Allgemeines	67
7.2	Parallelgurtige Binder	68
7.2.1	Überblick	68
7.2.2	Variation der Trägerlänge	70
7.2.3	Variation der Trägerhöhe	71
7.2.4	Variation der Trägerbreite	72
7.2.5	Variation der Festigkeitsklasse	72
7.2.6	Variation der Trägervorkrümmung	73
7.2.7	Variation des Trägerabstands	74
7.2.8	Variation der Binderanzahl pro Verband	75
7.2.9	Variation des Pfettenquerschnitts	75
7.2.10	Variation der Verbandsdiagonalen	76
7.3	Satteldachträger mit geradem Untergurt	77
7.3.1	Überblick	77
7.3.2	Variation der Trägerlänge	80
7.3.3	Variation der Firsthöhe	80
7.3.4	Variation der Trägerbreite	81
7.3.5	Variation der Festigkeitsklasse	82
7.3.6	Variation der Trägervorkrümmung	82
7.3.7	Variation der Trägerlänge bei konstanter Dachneigung	83
7.3.8	Variation des Trägerabstands	84
7.3.9	Variation der Binderanzahl pro Verband	84
7.3.10	Variation des Pfettenquerschnitts	85
7.3.11	Variation der Verbandsdiagonalen	86
7.4	Auftretende Stabilisierungslasten	87
7.5	Horizontale Ausbiegung des Aussteifungsverbands	93
7.5.1	Parallelgurtige Binder	93
7.5.2	Satteldachbinder	98
7.6	Weitere Berechnungen mit maßgebenden Parametern	101
7.6.1	Verbandsdiagonalen	101
7.6.1.1	Variation der Diagonalen-Querschnitte	101
7.6.1.2	Druckverband	102

7.6.2	Dachverbandsabmessungen	103
7.7	Verändertes Anschlussdetail	105
7.8	Zusammenfassung der Rechenergebnisse	106
8	Auswertung der Ergebnisse	107
8.1	Ergebniszusammenfassung	107
8.2	Aussteifungskraft q_d nach DIN EN 1995-1-1	107
8.2.1	Horizontale Stabilisierungseinzellasten	107
8.2.2	Verbandsverformungen	112
8.3	Bemessungsvorschlag	114
8.3.1	Resultat der Parameterstudie	114
8.3.2	Einführung eines Verhältnisbeiwerts	115
8.3.3	Vergleichsrechnung mit Verhältnisbeiwert K_V	118
8.3.4	Ergebniszusammenfassung	120
8.4	Biegeträger mit mehreren Stützungen	120
8.4.1	Vorgehensbeschreibung	120
8.4.2	Auftretende Stabilisierungslasten	121
8.4.3	Berechnete Stützungssteifigkeiten	122
8.4.4	Vergleich der berechneten Horizontallasten mit DIN EN 1995 [9]	124
8.4.5	Zusammenfassung	127
8.5	Vergleich DIN EN 1995-1-1, K_v -Methode und Petersen	128
8.6	Empfehlungen für die sichere Auslegung von Horizontalverbänden	131
9	Zusammenfassung und Ausblick	133
9.1	Zusammenfassung	133
9.2	Ausblick	134
10	Literaturverzeichnis	135
A	Anhang	139
A.1	Übersicht Randbedingungen Parameterstudie	139
A.2	Vergleichsrechnung EC5, K_V -Methode und Petersen	152
A.2.1	Berechnung der Stabilisierungskräfte nach DIN EN 1995-1-1	152
A.2.2	Berechnung der mit K_V -modifizierten Stabilisierungskräfte	152
A.2.3	Berechnung der Stabilisierungskräfte nach Petersen	153