

Kippverhalten und Kippaussteifung  
von Holzträgern unter schwerpunkt-  
mäßiger Berücksichtigung von Trägern  
aus nachgiebig miteinander verbunde-  
nen Querschnittsteilen

**T 2590**

T 2590

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 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

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)

# TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN

Fachgebiet Baukonstruktionen, Holz- und Mauerwerksbau

## FORSCHUNGSBERICHT

Kippverhalten und Kippaussteifung von Holzträgern  
unter schwerpunktmäßiger Berücksichtigung von Trägern  
aus nachgiebig miteinander verbundenen  
Querschnittsteilen

Prof. Dipl.-Ing. Claus Scheer

Dipl.-Ing. Christian Laschinski

cand.-Ing. Shen-Fang Szu

Berlin, im Dezember 1993

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>I</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>III</b>
Abstract . . . . .	V
Version abrégée . . . . .	VII
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung . . . . .	1
1.2 Lösungsansatz . . . . .	2
1.3 Verwendete Bezeichnungen . . . . .	4
<b>2 Effektive Torsionssteifigkeit</b>	<b>7</b>
2.1 Vorbetrachtungen . . . . .	7
2.1.1 Lösungsweg . . . . .	7
2.1.2 Voraussetzungen für die Berechnung . . . . .	8
2.1.3 Schubmittelpunkt . . . . .	12
2.1.4 Stabdübelabstände nach Hauptachsenberechnung . . . . .	13
2.1.5 Berechnungsansätze für die Federsteifigkeiten . . . . .	14
2.2 Herleitungen nach der Energiemethode . . . . .	16
2.2.1 Herleitung für n asymmetrische Teilquerschnitte . . . . .	16
2.2.2 Vereinfachungen für unendliche Drehfedersteifigkeiten . . . . .	19
2.3 Analytische Herleitung von Näherungsformeln . . . . .	21
2.3.1 Herleitung für den Fall unendlicher Drehfedersteifigkeit . . . . .	21
2.3.2 Herleitung für den Fall endlicher Drehfedersteifigkeit . . . . .	24
2.4 Numerische Betrachtungen . . . . .	26
2.4.1 Programmbeschreibung . . . . .	26
2.4.2 Auswertung der Vergleichsrechnungen . . . . .	27

2.4.3	Anwendungsempfehlungen . . . . .	30
2.4.4	Berechnung des Schubflusses . . . . .	30
2.5	Innere Torsionsvorgänge . . . . .	31
<b>3</b>	<b>Seitenlast <math>q_s</math></b>	<b>33</b>
3.1	Vorbetrachtungen . . . . .	33
3.1.1	Lösungsweg . . . . .	33
3.1.2	Voraussetzungen für die Berechnung . . . . .	34
3.2	Herleitung für symm. Momentenlinien . . . . .	40
3.2.1	Analytische Herleitung — $q_s^M$ . . . . .	40
3.2.2	Plausibilität des Faktorenprinzips . . . . .	45
3.3	Herleitung für asymm. Momentenlinien . . . . .	45
3.3.1	Analytische Herleitung — Faktor $k_M$ . . . . .	45
3.3.2	Numerische Vergleichsrechnungen — Näherungsformel . . . . .	49
3.4	Herleitung für symm. Normalkraftlinien . . . . .	54
3.4.1	Analytische Herleitung — $q_s^N$ . . . . .	55
3.4.2	Rechenwerte für $\alpha$ und $\varphi$ . . . . .	59
3.4.3	Numerische Vergleichsrechnungen — Näherungsformeln . . . . .	60
3.4.4	Kritische Normalkraft . . . . .	63
3.5	Herleitung für Momente und Normalkräfte . . . . .	64
3.5.1	Aufstellung der Grundgleichungen . . . . .	64
3.5.2	Analytische Herleitung für symm. Momente — $q_s^{M+N}$ . . . . .	67
3.5.3	Numerische Vergleichsrechnungen — Näherungsformeln . . . . .	71
3.5.4	Verfahren bei asymmetrischen Momentenlinien . . . . .	74
3.6	Kritische Parameter . . . . .	76
<b>4</b>	<b>Interaktionen</b>	<b>79</b>
4.1	Torsionsbeanspruchung . . . . .	79
4.2	Querbiegebeanspruchung . . . . .	80
4.3	Torsionsstreckenlast . . . . .	81
<b>5</b>	<b>Verhalten zwischen den Festhaltepunkten</b>	<b>83</b>
5.1	Abschätzung mit Hilfe der vorliegenden Formeln . . . . .	84
5.2	Abschätzung nach Theorie II. Ordnung . . . . .	84
<b>6</b>	<b>Berechnung der Verbandssteifigkeit</b>	<b>87</b>

<b>7 Formeln für die Anwendung</b>	<b>91</b>
7.1 Torsionssteifigkeit . . . . .	91
7.2 Seitenlast . . . . .	92
7.2.1 Seitenlast für reine Momentenbeanspruchung . . . . .	93
7.2.2 Seitenlast für reine Normalkraftbeanspruchung . . . . .	94
7.2.3 Seitenlast für kombinierte Beanspruchung . . . . .	94
7.2.4 Vereinfachte, allgemeingültige Seitenlastformeln . . . . .	95
7.3 Schnittgrößen . . . . .	96
7.3.1 Torsion . . . . .	96
7.3.2 Querbiegung . . . . .	96
7.3.3 Stabdübelschubkräfte . . . . .	97
7.4 Kippuntersuchung zwischen den Abstützungen . . . . .	97
7.5 Verbandssteifigkeit . . . . .	97
<b>8 Berechnungsbeispiel</b>	<b>99</b>
8.1 Hauptachsenberechnung . . . . .	100
8.2 Berechnung der Torsionssteifigkeit . . . . .	101
8.3 Seitenlastberechnung . . . . .	102
8.4 Zusatzschnittgrößen . . . . .	104
8.5 Kippverhalten zwischen den Verbandsknoten . . . . .	106
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>107</b>