



Olaf Ehrigsen (Autor)

**Ein allgemeines Berechnungsverfahren für Stäbe und seine
Anwendung auf Stäbe des Massivbaus**

Olaf Ehrigsen

**Ein allgemeines Berechnungsverfahren für
Stäbe und seine Anwendung auf Stäbe des
Massivbaus**



Cuvillier Verlag Göttingen

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/3248>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Bezeichnungen	1
2	Einleitung.....	4
2.1	Entwicklung baustatischer Berechnungsverfahren - Problemstellung.....	4
2.2	Ziele der Arbeit.....	6
2.3	Vorgehen.....	7
3	Berechnung von Stabzügen.....	8
4	DGL-System erster Ordnung.....	10
4.1	Zustandsgrößen	12
4.1.1	Definition der Verschiebungen	14
4.1.2	Eindeutigkeit der Verdrehungen	15
4.1.3	Definition der Verdrehungen.....	17
4.1.4	Gradienten der Verschiebungen.....	20
4.1.5	Gradienten der Verdrehungen.....	21
4.1.6	Zusammenhang Schnittgrößen – Verzerrungen.....	23
4.1.7	Gradienten der Schnittgrößen	25
4.1.8	Verwölbungszustände	27
4.2	Vergleich der Bezugssysteme.....	28
4.3	Imperfektionen	31
4.3.1	Art und Einfluss von Imperfektionen.....	31
4.3.2	Imperfektionen in der Normung.....	34
4.3.3	Berücksichtigung bei den Zustandsgrößen.....	35
4.4	Anwendung.....	36
5	Zusammenhang Schnittgrößen - Verzerrungen	38
5.1	Technische Biegelehre	38
5.2	Querschnittverwölbung.....	40
5.2.1	Wesen der Verwölbung.....	40
5.2.2	Veränderung der Verwölbung im Stabverlauf	42
5.2.3	Berücksichtigung der Wölbbehinderung infolge Torsion.....	46
5.2.4	Wölbbehinderung infolge Querkraft	47
5.2.5	Bestimmung der Verwölbungsfunktion	48
5.3	Bestimmung einer mittleren Gleitung.....	49
5.4	Allgemeiner Ansatz zur Spannungsintegration.....	52
5.5	Stäbe nach der unbegrenzt gültigen Elastizitätstheorie.....	56
5.6	Stahlbetonbalken	61
5.6.1	Torsionstragverhalten in Versuchen.....	63
5.6.2	Theorien zum Torsionstragverhalten	68
5.6.3	Berücksichtigung der Torsion bei der Spannungsintegration.....	74
5.6.4	Werkstoffmodell Beton.....	76
5.6.5	Empirischer Zusammenhang nach Kupfer.....	78
5.6.6	Äquivalente einaxiale Beziehungen	80
5.6.7	Anwendungsbeispiel.....	81
6	Numerische Verfahren.....	82
6.1	Nichtlineare Gleichungssysteme	82
6.2	Anfangswertprobleme.....	83
6.3	Randwertprobleme	85
7	Beispiele.....	87

7.1	Stahlträger auf Kippen (Einfeldträger).....	87
7.2	Nachrechnung von Kippversuchen	89
8	Zusammenfassung und Ausblick	93
9	Literatur	94
A 1	Anhang zu Kapitel 4: DGL-System erster Ordnung.....	A 1
A 1.1	Herleitung der Transformationsmatrix der Verdrehungen	A 1
A 1.2	Die Ableitung der Rotationsmatrix	A 3
A 1.3	Gradienten der Verdrehungen	A 5
A 1.4	Berücksichtigung von Imperfektionen	A 11
A 1.5	Schnittgrößengradienten im Stabkoordinatensystem	A 16
A 2	Anhang zu Kapitel 5: Zusammenhang Schnittgrößen und Verzerrungen.....	A 20
A 2.1	Allgemeine Herleitung der Wölbfunktion (nichtlinear)	A 20
A 2.2	Bestimmung einer mittleren Gleitung.....	A 26
A 2.2.1	Die Gleichheit der Formänderungsarbeit.....	A 26
A 2.2.2	Bestimmung über die Normierung bezüglich der Längsspannungen.....	A 28
A 2.2.3	Die Hypothese der äquivalenten, ebenen Querschnittsfläche.....	A 29
A 2.2.4	Schubkorrekturfaktor	A 30
A 2.2.5	Vergleich verschiedener Verfahren zur Bestimmung	A 31
A 2.3	Transformation der Schnittgrößen auf den Schubmittelpunkt.....	A 34
A 2.4	Transformation der Verzerrungsgrößen auf einen anderen Bezugspunkt	A 36
A 2.5	Längs- und Quersystem nach Bornscheuer	A 37
A 2.6	Zusammenhang Verzerrungen – Schnittgrößen	A 40
A 2.6.1	Algorithmus zur Bestimmung der Verzerrungen	A 40
A 2.6.2	Linearisierter Zusammenhang – Tangentensteifigkeiten	A 42
A 2.6.3	Die Matrizen \mathbf{D} und \mathbf{D}^* für linear elastische Querschnitte.....	A 44
A 2.7	Torsionsversuche.....	A 49
A 3	Anhang zu Kapitel 6 – Numerische Verfahren	A 53
A 3.1	Mehrfachschießverfahren.....	A 53
A 4	Anhang zu Kapitel 7 – Beispiele	A 55
A 4.1	Stahlträger auf Kippen (Einfeldträger).....	A 55
A 5	Anhang zu Kapitel 8.....	A 56
A 5.1	Steifigkeitsmatrix.....	A 56
A 6	Auszüge der MATLAB-Implementierung.....	A 57
A 6.1	Struktogramm.....	A 57
A 6.2	beam_DEQ_BVP2	A 58
A 6.3	beam_DEQ_IVP_ext.....	A 62
A 6.4	beam_DEQ_grad_3D	A 66