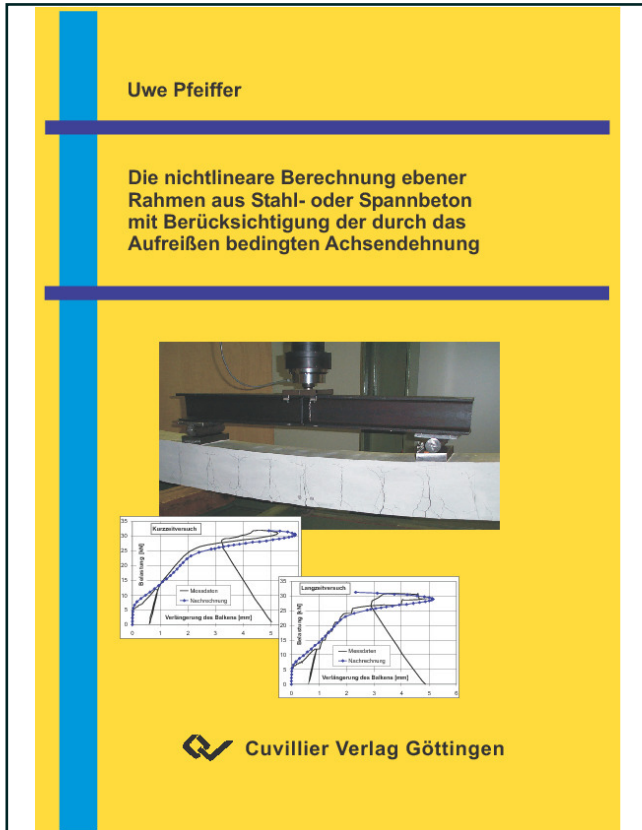




Uwe Pfeiffer (Autor)

Die nichtlineare Berechnung ebener Rahmen aus Stahl- oder Spannbeton mit Berücksichtigung der durch das Aufreißen bedingten Achsendehnung



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2725>

Copyright:

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

Inhaltsverzeichnis

Bezeichnungen	VI
1 Einleitung	1
2 Berechnungen im Stahlbetonbau	7
2.1 Entwicklung des Beton- und Stahlbetonbaus	7
2.2 Entwicklung von Rechenverfahren im Stahlbetonbau	8
2.3 Nichtlineare Berechnungen mittels der Finiten Elemente Methode	10
2.4 Nichtlineare Berechnungen mit Balkenelementen	12
2.5 Eigenes Rechenverfahren	14
2.6 Programme INCA2 und Stab2D-NL	15
2.7 Literaturverweise	16
3 Querschnittsberechnungen	17
3.1 Spannungs-Dehnungs-Linien	17
3.1.1 Spannungs-Dehnungs-Linien für die Bewehrung	17
3.1.2 Spannungs-Dehnungs-Linien für den Beton im Druckbereich	18
3.1.3 Versteifende Mitwirkung des Betons in der Zugzone	19
3.1.4 Diskussion des Mitwirkungsgesetzes für den Beton auf Zug	23
3.2 Spannungsintegration	31
3.2.1 Integration mittels Summation über kleine Flächen	32
3.2.2 Anwendung geschlossener Ausdrücke zur Integration	33
3.2.3 Numerische Spannungsintegration	34
3.2.4 Kombination von analytischer und numerischer Integration	35
3.2.5 Analytische Integration von Spannungs-Dehnungs-Linien	36
3.2.6 Probleme bei der Integration von Spannungs-Dehnungs-Linien	37
3.2.7 Integration polygonal umrandeter Querschnitte	41
3.3 Iteration für die Querschnittsberechnung	44
3.3.1 Konvergenzverhalten der Querschnittsiteration	45
3.4 Sicherheitsnachweis, Dehnungskennziffer	46
3.5 Zeitabhängiges Verhalten der Baustoffe	48
3.5.1 Schwinden des Betons	48
3.5.2 Kriechen und Relaxation des Betons	49
3.5.3 Kriechen und Relaxation der Bewehrung	55
3.6 Wechselbeanspruchungen, Rückverformungen	56
3.7 Literaturverweise	56
4 Rechenverfahren für Stabwerke	59
4.1 Ablaufplan und Rechenkern des Programms Stab2D-NL	59
4.2 Übertragungsverfahren	61
4.2.1 Grundlagen des Übertragungsverfahrens	61
4.2.2 Übertragungsgleichungen	64
4.2.3 Ermittlung und Berücksichtigung der Steifigkeitswerte	68

4.2.4	Berücksichtigung der Schubverformung	71
4.2.5	Theorie 3. Ordnung	72
4.2.6	Diskontinuitätsbereiche	75
4.2.7	Elastische Bettung	78
4.2.8	Teilung des Stabes	82
4.3	Weggrößenverfahren / Finite-Elemente-Methode	84
4.3.1	Bestimmung der lokalen Steifigkeitsmatrix	85
4.3.2	Probleme bei der Ermittlung der Steifigkeitsmatrix	87
4.3.3	Berücksichtigung der Auflager	91
4.4	Iterationsverfahren, Stabilität und Konvergenz	93
4.4.1	Newton-Raphson-Iteration	93
4.4.2	Ermittlung geeigneter Startwerte	94
4.4.3	Iterationsprobleme und Lösungsansätze	96
4.4.4	Konvergenzkriterien	101
4.4.5	Wahl der Rechenparameter	102
4.4.6	Verteilung der Rechenzeit, Optimierungsmöglichkeiten	102
4.4.7	Erweiterung auf den 3D-Fall	103
4.5	Literaturverweise	103
5	Verifizierung durch Versuchsnachrechnungen	105
5.1	Balken im 3- und 4-Punkt-Biegeversuch	105
5.1.1	Intention für diese Versuche	105
5.1.2	Versuchsaufbau, Baustoffkennwerte	106
5.1.3	Anmerkungen zur Wahl des E-Moduls	108
5.1.4	Last-Verformungs-Diagramm für Versuchsreihe 1, Balken 1 / 2	109
5.1.5	Nachrechnung Versuchsreihe 1, Balken 1 / 2	110
5.1.6	Versuchsreihe 2, Balken 3 / 4 / 5 / 6	111
5.1.7	Last-Verformungsdiagramme für Versuchsreihe 2, Balken 3 / 4	113
5.1.8	Last-Verformungsdiagramme für Versuchsreihe 2, Balken 5 / 6	118
5.1.9	Rissbild und Rissweiten	120
5.2	Versuche zur Ermittlung der Querkrafttragfähigkeit von Verbundplatten unter Längszug ohne Schubbewehrung	123
5.2.1	Intention für diese Versuche	123
5.2.2	Versuchsaufbau und Durchführung	124
5.2.3	Modellierung des System	125
5.2.4	Nachrechnung Balken A1	127
5.2.5	Nachrechnung Balken A5	128
5.3	Versuche an Glasfaserbewehrten Betonbalken	133
5.3.1	Versuchsaufbau und Baustoffe	133
5.3.2	Versuchsergebnisse und Nachrechnung mittels LS-DYNA	134
5.3.3	Modellierung und Nachrechnung mit Stab2D-NL	136
5.4	Stützenversuche	138
5.4.1	Versuchsaufbau und Baustoffe	139
5.4.2	Versuchsergebnisse	140
5.4.3	Modellierung und Nachrechnung mit Stab2D-NL	141

5.5	Rahmenversuch	143
5.5.1	Versuchsaufbau und Baustoffe	144
5.5.2	Versuchsergebnisse und Nachrechnung mit Stab2D-NL	145
5.6	Zusammenfassung der Versuchsnachrechnungen	148
5.7	Literaturverweise	150
6	Anwendung nichtlinearer Berechnungsverfahren	151
6.1	Längsverformungen von Balkentragwerken	151
6.1.1	Einfluss der Vertikalverformung eines Balkens und Wirkung einer Überhöhung	155
6.1.2	Einfluss der Achsendehnung bei Biegebeanspruchung	159
6.1.3	Einfluss des Schwindens auf die Achsendehnung	166
6.1.4	Einfluss des Kriechens auf die Achsendehnung	169
6.1.5	Verringerung der versteifenden Mitwirkung der Betonzugzone für quasi-ständige Beanspruchungen	171
6.1.6	Ermittlung der Längsverformung von schlaff bewehrten Balkentragwerken	173
6.1.7	Ermittlung der Längsverformung bei vorgespannten Balkentragwerken ..	179
6.2	Zwangsbeanspruchungen bei dehnbehindernder Lagerung	184
6.2.1	Zeitlicher Verlauf der Zwangsnormalkräfte	189
6.2.2	Schlussfolgerung	190
6.3	Auswirkungen der Achsendehnung bei Hallentragwerken in Fertigteilbauweise	192
6.3.1	Sicherheitskonzept für die nichtlineare Berechnung von Stützen	193
6.3.2	Durchführung der Untersuchungen bei Hallentragwerken	194
6.3.3	Ergebnisse verschiedener Berechnungsmöglichkeiten der Stützen	196
6.3.4	Auswirkungen einer Längenänderung der Dachbinder	199
6.3.5	Schlussfolgerung	202
6.4	Weitere Parameterstudien und durchgeführte Untersuchungen	203
6.5	Literaturverweise	204
7	Zusammenfassung	205
8	Verweise	207
8.1	Vorschriften	207
8.2	Benutzte und weiterführende Literatur	207
8.3	Programmverweise	210
A	Anhang	
A1	Herleitung der Übertragungsgleichungen für die Verformungen	211
A2	Herleitung der Näherungsformeln zur Berücksichtigung von Theorie 3. Ordnung	214
A3	Eingabedaten für die in Kapitel 5 beschriebenen Versuchsnachrechnungen	215
A4	Herleitung der Formel zur Bestimmung der Verlängerung des Balkens beim Ausführen einer Überhöhung	231