

Inhalt

1 Einführung

1.1	Historische Entwicklung	1
1.2	Das System der Technischen Biegetheorie	5
1.2.1	Allgemeine Definitionen	6
1.2.2	Die einheitliche Darstellung der Technischen Biegetheorie	7
1.2.3	Zusammenhang zwischen Einheitsverwölbung und Einheitsverschiebungen	24
1.3	Das System der Verallgemeinerten Technischen Biegetheorie	30
1.3.1	Die Wölbfreiheitsgrade als Reihengesetz	31
1.3.2	Einführendes Beispiel mit fünf Wölbfreiheitsgraden	35

2 Ableitung der Differentialgleichungen für die einfache Stufe

2.1	Bezeichnungen	50
2.2	Voraussetzungen	54
2.3	Die Elastizitätsbeziehungen	55
2.3.1	Elastizitätsgesetz der Membranschnittkräfte	56
2.3.2	Elastizitätsgesetz der Plattenschnittkräfte	57
2.4	Die geometrischen Beziehungen	57
2.4.1	Wölbordinaten und Scheibenumfangsverschiebungen	58
2.4.2	Wölbordinaten, Scheibenquerverschiebungen und Scheibenverdrehungen	60
2.5	Produktansatz für die Verschiebungen	66
2.6	Die Gleichgewichtsbedingungen	69
2.6.1	Die virtuellen Verrückungen	69
2.6.2	Die virtuelle Arbeit an ${}^r\bar{V}' = \bar{I}$	73
2.6.3	Die virtuelle Arbeit an ${}^r\bar{V} = \bar{I}$	77
2.7	Die Orthogonalisierung	84
2.7.1	Die Diagonalisierung der Matrizen \bar{C} und \bar{B}	84
2.7.2	Entmischung der Starrkörperzustände	87
2.8	Das transformierte System	90
2.8.1	Die Einheitsverformungen und -schnittkräfte	91
2.8.2	Die verallgemeinerten Steifigkeiten	91
2.8.3	Die verallgemeinerten Schnittgrößen	94
2.8.4	Die verallgemeinerten Lasten	95
2.8.5	Die verallgemeinerten Randbedingungen	100
2.9	Die Stellung der Technischen Biegetheorie in der VTB	103

2.9.1	Die Schnittgrößen	103
2.9.2	Einbindung der Längung in das System der VTB	105
2.9.3	Analogien	110
2.9.4	Zur Frage der Bezeichnungen und Dimensionen	112
2.10	Zusammenfassende Darstellung	113
2.11	Zahlenbeispiel zur einfachen Stufe	119
2.11.1	Ermittlung der Querschnittswerte	119
2.11.2	Ermittlung von Spannungen und Verformungen aus dem Lastfall Eigengewicht	136
3	Erweiterungen und Ergänzungen für Sonderfälle	
3.1	Der Längsbiege­widerstand	142
3.1.1	Genaue Erfassung der Plattenanteile	142
3.1.2	Näherungsweise Erfassung des Längsbiege­widerstandes nach der Orthogonalisierung	146
3.1.3	Numerische Auswirkung des Plattenanteils	148
3.2	Nebenknoten	150
3.3	Querschnittslagerungen	159
3.3.1	Lagerungen an den Randknoten	160
3.3.2	Lagerung an den Innenknoten	173
3.3.3	Elastische Lagerungen	174
3.3.4	Zahlenbeispiel zu Nebenknoten und Symmetrie­bedingung	176
3.3.5	Zahlenbeispiel zu Knotenlagerung und Drehbettung	189
3.4	Der geschlossene einzellige Querschnitt	195
3.4.1	Der torsionsfreie Fall	195
3.4.2	Berücksichtigung der Torsion	198
3.4.3	Der Bredt'sche Anteil	201
3.4.4	Das Problem der Orthogonalisierung	204
3.4.5	Zahlenbeispiel zum geschlossenen Querschnitt	205
4	Herleitung der Differentialgleichungen aus dem Variationsprinzip	
4.1	Allgemeines	212
4.2	Die Arbeit der inneren Kräfte	214
4.3	Transformation auf Diagonalgestalt	219
4.4	Die Arbeit der äußeren Lasten	223
4.5	Randbedingungen	225
5	Spezielle Querschnitte	
5.1	Hut-, C- und Z-Profile	228
5.1.1	Formeln für die Querschnittswerte der C- und Hut-Profile	229
5.1.2	Formeln für die Querschnittswerte des Z-Profiles	235
5.1.3	Einarbeiten von Querschnittslagerungen	238
5.2	Platten	242

5.2.1	An den Längsrändern gelenkig gelagerte Platten	244
5.2.2	Allgemeine Lagerung der Plattenquerschnitte	247
5.2.3	Beispiel	249

6 Die Kreiszylinderschale

6.1	Allgemeines	260
6.2	Die grundlegenden Beziehungen	262
6.2.1	Geometrische Beziehungen	262
6.2.2	Elastizitätsgesetz der Schnittkräfte	264
6.2.3	Produktansätze für die Verschiebungen	265
6.3	Aufstellung der Gleichgewichtsbedingungen für den geschlossenen Zylinder	266
6.3.1	Arbeit der inneren Kräfte — Die Ermittlung der orthogonalen Einheitsverwölbungen	266
6.3.2	Die Arbeit der äußeren Lasten	269
6.3.3	Rückrechnung der Schnittkräfte aus den Verformungsfunktionen	271
6.4	Veranschaulichung — Analogie zur Technischen Biegetheorie ...	273
6.4.1	Die Einheitsverformungszustände	273
6.4.2	Die Gleichgewichtsaussagen	275
6.5	Ein Beispiel	279
6.6	Annäherung durch Polygonquerschnitt	283
6.7	Die Teilzylinderschale	285
6.8	Zusammenstellung der Formeln	288

7 Integrationshilfen

7.1	Zerlegung der Funktionen in symmetrische und antimetrische Anteile	291
7.2	Die Integrationswerte der Funktionsprodukte	294
7.3	Integration der Schubkräfte aus der Wölbfunktion	296

8 Die Lösung der gewöhnlichen Differentialgleichung 4.Ordnung

8.1	Die geschlossene Lösung	298
8.2	Das zweistufige Differenzenverfahren	300
8.2.1	Differenzenausdrücke für die Innenpunkte eines Feldes ...	301
8.2.2	Differenzenausdrücke für die Randpunkte eines Feldes ...	310
8.2.3	Zahlenbeispiel zum gelenkig gelagerten Balken	317
8.2.4	Zahlenbeispiel zur Rechteckplatte	318
8.3	Allgemeine Lagerungsbedingungen	325
8.3.1	Stahlbetonfaltwerk mit Punktlagerung in Feldmitte	326
8.3.2	Erhöhung der Drillsteifigkeit durch Bindebleche	329

Anhang

Glossar	342
Literaturverzeichnis	346
Symbolverzeichnis	351
Index	356