

Eike Lehmann · Leshan Zhang

Nichtlineares Verhalten von ausgesteiften Tragwerken

mit schiffbaulichen, meeres-
und anlagentechnischen Beispielen

Mit 246 Abbildungen



Springer

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Balken	5
2.1	Grundlagen des elastoplastischen Tragwerksverhaltens	5
2.1.1	Einfache Modelle	5
2.1.2	Formfaktoren schiffbaulicher Querschnitte	12
2.1.3	Elastoplastische Durchbiegung	14
2.1.4	Prinzip der virtuellen Geschwindigkeiten	18
2.1.5	Der Einfluß von Randeinspannungen, Stützenabsenkungen und Knieblechen auf die Traglast	23
2.1.6	Berücksichtigung großer Verformungen	29
2.1.7	Interaktion zwischen Biegemoment, Längskraft und Quer- kraft für typische Querschnitte	32
2.1.8	Berücksichtigung von Längskräften der großen Verformungen	40
2.1.9	Genauigkeit der Traglastberechnungen und Beispiele . . .	42
2.2	Bestimmung der Traglast von Tragwerken	48
2.2.1	Allgemeines	48
2.2.2	Probiermethode	48
2.2.3	Stückweise Berechnung der Traglast	55
2.2.4	Traglasten von Balkentragwerken mit finiten Balkenelementen	58
2.3	Schiffbauliche Beispiele	68
2.3.1	Wirksame Gurtbreite ohne seitliche Abstützung	71
2.3.2	Berücksichtigung einer horizontalen Stützung	72
2.3.3	Effektivität des Gurtes beim vollständigen Plastizieren des Gurtes	74
2.3.4	Ermittlung des Bettungsparameters β	76
	Bezeichnungen	81
	Literatur	83
3	Platten	85
3.1	Grundlagen des elastoplastischen Tragverhaltens von Platten . . .	85
3.1.1	Untersuchungen im elastischen Grenzbereich	85
3.1.2	Nichtlineares Tragverhalten	86
3.1.3	Fließgelenklinientheorie	87

3.1.4	Anwendung der Fließgelenklinientheorie auf Platten	90
3.2	Allgemeine Theorie zur Bestimmung der Traglasten von Platten . .	93
3.2.1	Allgemeines	93
3.2.2	Lösung für die frei drehbar gelagerte Platte	94
3.2.3	Lösung für die allseitig eingespannte Platte	97
3.2.4	Berücksichtigung der Membranwirkung für eine frei drehbar gelagerte Platte	100
3.2.5	Berücksichtigung der Membranwirkung für eine allseitig ein- gespannten Platte	104
3.2.6	Der Fall $a/b > 1,0$ und $u/v < 1,0$	109
3.2.7	Anmerkung	109
3.3	Vergleich zwischen Traglast und FE	111
3.3.1	Allgemeines	111
3.3.2	Erstellung der FE-Modelle	111
3.3.3	Vergleich zwischen der FE-Rechnung und der geschlossenen Lösung nach Navier im elastischen Bereich	112
3.3.4	Vergleich der analytischen Lösung ohne Berücksichtigung der Membranwirkung	113
3.3.5	Vergleich der Traglastrechnungen unter Berücksichtigung der Membranwirkung	119
3.4	Vergleich mit anderen Lösungen und Versuchen	131
3.4.1	Vergleich mit anderen theoretischen Lösungen	131
3.4.2	Vergleich mit anderen Versuchsergebnissen	144
3.5	Schiffbauliche Anwendung	148
3.5.1	Allgemeines	148
3.5.2	Experimentelle Untersuchung	151
3.5.3	Vergleichsrechnung mit der Finite-Element-Methode	172
3.5.4	Traglastabschätzung mit der Traglasttheorie des Balkens . .	183
3.5.5	Krüppellast	185
3.5.6	Vergleich zwischen geschlossenen Lösungen und Messungen	187
3.5.7	Tragverhalten des Innenbodens eines Bulkcarriers bei stoßar- tigen Belastungen	190
3.5.8	Verformungsversagen bei einer Platte mit Steifen	196
3.6	Parameterstudie	200
3.6.1	Allgemeines	200
3.6.2	Erstellung der FE-Modelle	201
3.6.3	Einfluß von Randverformungen des Plattenfelds	204
3.6.4	Einfluß von geometrischen Parametern	208
3.6.5	Vergleich mit Bemessungsvorschriften	214
	Bezeichnungen	220
	Literatur	221

4	Schalen	225
4.1	Allgemeines	225
4.2	Tankböden	225
4.2.1	Versuche an Tankböden	225
4.2.2	Rechnerische Überprüfung der Versuche	227
4.2.3	Tragverhalten einer Membran	232
4.2.4	Parameteruntersuchung von Tankböden	234
4.3	Zylinderschale	235
4.3.1	Allgemeines	235
4.3.2	Rohre von Offshorekonstruktionen	236
4.3.3	Verhalten unter punktförmiger Belastung	238
4.3.4	Versuchsergebnisse	244
4.3.5	Vergleichsrechnung mit der Finite-Element-Methode	259
4.3.6	Einfluß von Reparaturmaßnahmen	270
	Bezeichnungen	273
	Literatur	275
Sachverzeichnis		277