



dandelion.com

G. Clauss · E. Lehmann · C. Östergaard

© 2004 AGI-Information Management Consultants  
may be used for personal purposes only or by  
libraries associated to dandelion.com network.

# Meerestechnische Konstruktionen

Mit 275 Abbildungen und 25 Tabellen

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York  
London Paris Tokyo 1988

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Meeresforschung – Meerestechnik</b> . . . . .	1
1.1 Einordnung und Aufgaben der Meerestechnik . . . . .	2
1.2 Offshore-Regionen zur Gewinnung von Erdöl und Erdgas . . . . .	7
1.3 Konzeption meeres technischer Konstruktionen . . . . .	17
<b>2 Besonderheiten meeres technischer Konstruktionen</b> . . . . .	21
2.1 Bohr- und Produktionstechnik . . . . .	21
2.2 Konstruktionstypen . . . . .	26
2.3 Feststehende Konstruktionen . . . . .	33
2.3.1 Hubinseln . . . . .	34
2.3.2 Pfahlgegründete Stahlplattformen . . . . .	37
2.3.3 Schwerkraftgegründete Plattformen . . . . .	44
2.4 Schwimmende Konstruktionen . . . . .	49
2.4.1 Bohrschiffe . . . . .	49
2.4.2 Halbtaucher . . . . .	53
2.4.3 Ladebojen und Speichertanks . . . . .	59
2.5 Nachgiebige Konstruktionen . . . . .	60
2.5.1 Zugspannungsverankerter Halbtaucher (tension leg platform)	60
2.5.2 Seilabgespannte Turmplattformen (guyed tower) . . . . .	64
2.5.3 Zugspannungsverankerte Bojen und Gelenktürme (articulated tower) . . . . .	67
2.6 Mehrkörpersysteme . . . . .	68
2.6.1 Einpunktverankerungen . . . . .	69
2.6.2 Schwimmende Produktionssysteme . . . . .	74
2.7 Vergleich unterschiedlicher Konzeptionen von Produktionsplattformen . . . . .	84
<b>3 Hydromechanische Analyse meeres technischer Konstruktionen</b> . . . . .	91
3.1 Ausgewählte Grundlagen der Hydromechanik . . . . .	92
3.1.1 Kontinuitätsgleichung . . . . .	92
3.1.2 Laplace-Differentialgleichung . . . . .	93
3.1.3 Euler- Differentialgleichung . . . . .	94
3.1.4 Instationäre Bernoulli-Gleichung . . . . .	95
3.1.5 Navier-Stokes-Differentialgleichung . . . . .	95
3.1.6 Dimensionslose Kennzahlen . . . . .	96

3.1.7	Ebene Potentialströmungen inkompressibler Fluide . . . . .	98
3.1.8	Räumliche Potentialströmungen inkompressibler Fluide . . . . .	105
3.2	Wellentheorien . . . . .	106
3.2.1	Lineare Wellentheorie . . . . .	108
3.2.2	Stokes-Wellentheorien höherer Ordnung . . . . .	123
3.3	Hydrostatische Analyse . . . . .	133
3.3.1	Auftrieb und Schwimmfähigkeit . . . . .	133
3.3.2	Stabilität schwimmender meeres technischer Konstruktionen . . . . .	135
3.3.3	Stabilität nachgiebiger meeres technischer Konstruktionen . . . . .	151
3.4	Hydrodynamische Analyse . . . . .	153
3.4.1	Wellenkräfte auf hydrodynamisch transparente Konstruktionen . . . . .	155
3.4.1.1	Froude-Krylov-Kraft . . . . .	155
3.4.1.2	Hydrodynamische Massenkraft . . . . .	156
3.4.1.3	Trägheitskräfte im Wellenfeld . . . . .	160
3.4.1.4	Morison-Gleichung . . . . .	163
3.4.1.5	Beiwerte von hydrodynamischer Masse und Widerstand . . . . .	180
3.4.2	Bewegung hydrodynamisch transparenter Konstruktionen im Seegang . . . . .	188
3.4.2.1	Tauchbewegung einer Boje . . . . .	189
3.4.2.2	Bewegungen von Halbtauchern . . . . .	192
3.4.2.3	Bewegungen von Gelenktürmen . . . . .	204
3.4.3	Kräfte und Bewegungen hydrodynamisch kompakter Konstruktionen im Seegang . . . . .	206
3.4.3.1	Froude-Krylov-Kraft . . . . .	206
3.4.3.2	Hydrodynamische Massen und Kräfte bei harmonischer Bewegung in Oberflächennähe . . . . .	206
3.4.3.3	Trägheitskräfte im Wellenfeld . . . . .	210
3.4.3.4	Bewegungen hydrodynamisch kompakter Konstruktionen . . . . .	217
3.4.4	Wellendriftkräfte . . . . .	222
3.5	Symbolverzeichnis . . . . .	229
<b>4</b>	<b>Festigkeitsanalyse meeres technischer Konstruktionen . . . . .</b>	<b>236</b>
4.1	Zeitunabhängige elastische Probleme . . . . .	237
4.1.1	Balkentragwerke . . . . .	238
4.1.2	Scheibentragwerke . . . . .	248
4.1.3	Plattentragwerke . . . . .	255
4.1.4	Zylinderschale . . . . .	262
4.2	Stabilität und Spannungstheorie 2. Ordnung . . . . .	270
4.3	Zeitabhängige elastische Probleme . . . . .	294
4.3.1	Eigenfrequenzen von Balken und Platten . . . . .	294
4.3.2	Erzwungene Schwingungen . . . . .	303

4.4	Grenztragfähigkeit . . . . .	311
4.4.1	Der vollplastische Querschnitt von Balken . . . . .	312
4.4.2	Die Grenztragfähigkeit einfacher Tragwerke . . . . .	316
4.5	Numerische Lösungen (Finite-Element-Methode) . . . . .	321
4.5.1	Finite-Element-Methode . . . . .	322
4.5.2	Strukturmodellierung mit Finiten Elementen . . . . .	344
4.6	Symbolverzeichnis . . . . .	354
<b>5</b>	<b>Bewertung der besonderen Umweltbedingungen meerestechnischer Konstruktionen</b> . . . . .	<b>357</b>
5.1	Bewertung stochastischer Prozesse . . . . .	358
5.1.1	Stationäre Zufallsprozesse . . . . .	358
5.1.2	Stationäre Gaußsche Zufallsprozesse . . . . .	361
5.1.3	Stationäre Poisson-Zufallsprozesse und Markoff-Ketten . . . . .	363
5.1.3.1	Poisson-Zufallsprozesse . . . . .	364
5.1.3.2	Markoff-Ketten . . . . .	365
5.1.4	Lineare Systeme mit einem Freiheitsgrad . . . . .	366
5.2	Bewertung stochastischer Prozesse der marinen Umwelt . . . . .	371
5.2.1	Probabilistische Beschreibung des stationären Seegangs . . . . .	372
5.2.1.1	Das Superpositionsmodell des Seegangs . . . . .	372
5.2.1.2	Das Zustandsmodell des Seegangs . . . . .	377
5.2.1.3	Probabilistische Kenngrößen des Seegangs . . . . .	379
5.2.2	Statistische Beschreibung des Seegangs . . . . .	381
5.2.2.1	Kurzzeitstatistik . . . . .	381
5.2.2.2	Langzeitstatistik . . . . .	387
5.2.3	Wind und Meeresströmungen . . . . .	396
5.2.3.1	Wind . . . . .	396
5.2.3.2	Meeresströmungen . . . . .	401
5.3	Symbolverzeichnis . . . . .	403
<b>6</b>	<b>Bewertung meerestechnischer Konstruktionen</b> . . . . .	<b>407</b>
6.1	Klassische Methoden der Kurzzeitbewertung . . . . .	408
6.1.1	Schwimmende Konstruktionen . . . . .	408
6.1.2	Nachgiebige Verankerungen . . . . .	413
6.1.3	Feststehende Konstruktionen . . . . .	423
6.1.3.1	Monopod-Plattformen im stationären Seegang . . . . .	424
6.1.3.2	Linear elastische Konstruktionen mit mehr als einem Freiheitsgrad . . . . .	428
6.2	Klassische Methoden der Langzeitbewertung . . . . .	430
6.2.1	Bemessungswerte der Umweltlasten . . . . .	431
6.2.1.1	Bemessungswert einer einzelnen Seegangslast . . . . .	432
6.2.1.2	Vergleichende Bewertung von Seegangslasten . . . . .	433
6.2.1.3	Überlagerung von Belastungsprozessen . . . . .	437
6.2.2	Betriebsfestigkeitsmodelle . . . . .	442
6.2.2.1	Ermüdungsmodell . . . . .	443

6.2.2.2	Rißfortschrittsmodell . . . . .	446
6.2.2.3	Stochastische Bewertung der Betriebsfestigkeit . . . . .	447
6.2.3	Betriebsfestigkeit unter Seegangslasten . . . . .	451
6.2.3.1	Deterministische Betrachtungsweise . . . . .	452
6.2.3.2	Spektrale Betrachtungsweise . . . . .	453
6.2.3.3	Simulation . . . . .	455
6.2.3.4	Entwurf auf Betriebsfestigkeit . . . . .	457
6.3	Moderne Methoden der Zuverlässigkeitstechnik . . . . .	461
6.3.1	Zuverlässigkeit tragender Konstruktionselemente . . . . .	462
6.3.2	Zuverlässigkeit tragender Konstruktionen . . . . .	473
6.3.2.1	Konstruktionen mit Serien- und Parallelstruktur . . . . .	475
6.3.2.2	Konstruktionen mit redundanter Struktur . . . . .	478
6.4	Symbolverzeichnis . . . . .	485
<b>7</b>	<b>Bemessungspraxis für meeres technische Stahlkonstruktionen . . . . .</b>	<b>491</b>
7.1	Fertigung und Werkstoffe . . . . .	492
7.2	Statische Bemessung nach Vorschriften . . . . .	494
7.2.1*	Bemessung schlanker, unter Druck stehender Aussteifungen von Platten . . . . .	494
7.2.2	Bemessung kreiszylindrischer Konstruktionen . . . . .	496
7.2.3	Rohrknoten . . . . .	502
7.3	Betriebsfestigkeitsbewertung nach Vorschriften . . . . .	504
7.3.1	Entwurf auf Betriebsfestigkeit nach GL-Vorschriften . . . . .	504
7.3.2	Entwurf auf Betriebsfestigkeit nach Empfehlungen der API-RP2A . . . . .	505
7.3.3	Betriebsfestigkeitsnachweis nach Empfehlungen der API-RP2A . . . . .	507
7.4	Entwicklung moderner Vorschriften . . . . .	510
7.4.1	Entwicklung von Vorschriften auf der Grundlage der Zuverlässigkeitstechnik . . . . .	511
7.4.2	Prinzipien der Qualitätssicherung und Klassifikation . . . . .	516
7.5	Symbolverzeichnis . . . . .	518
<b>Anhang</b>	. . . . .	<b>521</b>
A1	Ausgewählte Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie . . . . .	521
A2	Ausgewählte Grundlagen der Matrizenrechnung . . . . .	527
<b>Literaturverzeichnis</b>	. . . . .	<b>534</b>
<b>Sachverzeichnis</b>	. . . . .	<b>551</b>