

13 Anhang

13.1 Schreibweisen

Da in einer FEM Analyse i.a. mehrere Elemente verwendet werden, ist es notwendig zwischen einem globalem Koordinatensystem und einem lokalen Koordinatensystem zu unterscheiden. Sämtliche Beziehungen für den jeweiligen Elementtyp werden zunächst im lokalen System hergeleitet und anschließend auf das globale System transformiert. Größen die sich auf das lokale Elementsystem beziehen, sind im folgenden mit einer aufgesetzten Tilde (~) gekennzeichnet.

Matrizen und Vektoren die sich nicht auf das Gesamtsystem beziehen, sondern nur das jeweilige betrachtete Element, werden mit einem hochgestellten ^(m) dargestellt.

Ableitungen werden in der üblichen Weise vereinfacht beschrieben:

$$\left(\frac{\partial \tilde{w}}{\partial \tilde{x}} = \tilde{w}_{,x}; \frac{\partial^2 \tilde{w}}{\partial \tilde{x}^2} = \tilde{w}_{,xx}; \frac{\partial^3 \tilde{w}}{\partial \tilde{x}^3} = \tilde{w}_{,xxx}; \dots; \frac{\partial \tilde{w}}{\partial \tilde{y}} = \tilde{w}_{,y}; \dots \right)$$

Großbuchstaben, fett	Eigennamen von Software	MARC, MENTAT, I-DEAS
Großbuchstaben, kursiv, fett	Eigennamen von MARC Subroutinen; MARC -Card	<i>FORCEM, PRINT NODE</i>
Groß- und Kleinbuchstaben, kursiv	Begriffe mit einer festgelegten Definition	<i>Modell, Struktur</i>
Kleinbuchstaben, kursiv	Befehle, feststehende englische Fachbegriffe	<i>ls, doscp, distributed loads</i>
Kleinbuchstaben, kursiv, fett	Routinen, Functions, Common Blöcke	<i>ld1, ld2, v_mises</i>
Kleinbuchstaben, kursiv in "..."	Setdefinitionen	"innenboden", "trogwand"
Groß-, Kleinbuchstaben, kursiv	Verzeichnisse	<i>/user/PETER/BRIEFE</i>
Kleinb., kursiv, unterstrichen	Verzeichnisse, Dateinamen, Projektbezeichnungen	<u><i>*.out, muster.dat</i></u>
Kleinbuchstaben, fett		
Courier, kursiv	Programmmeldungen	<i>marc exit number 3004</i>
Courier	Programmmeldungen, Inhalte von ASCII-Dateien	Hallo Test
[xyz]	optionale Angaben in eckigen Klammern	

13.2 Symbole

Allgemein verwendete Symbole

<u>A</u>	Vektor (einfach unterstrichen)
<u><u>A</u></u>	Matrix (doppelt unterstrichen)
i x j	Abmessungen einer Matrix i = Anzahl der Zeilen, j = Anzahl der Spalten
1,2,3,...	Element-, Knotennummern

Koordinatensysteme

x, y, z	ortsfestes, globales Koordinatensystem
$\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z}$	lokales Koordinatensystem
ξ, η, ζ	lokales Koordinatensystem

Hochgestellte Indizes (links oben) ^{inc}A

Größen die einen bestimmten Zeitpunkt beschreiben	
A, B, C	am Ort A, B oder C

t	Zeitpunkt t
t+Δt	Zeitpunkt t + Δt
inc	Berechnungsincrement

Tiefgestellte Indizes (links unten) B^A

Größen die eine bestimmte Methode kennzeichnen

itr	Zähler der Iterationen
analy.	analytisch ermittelter Wert
ex	exakt
FEM	Finite-Elemente-Lösung

Hochgestellte Indizes (rechts oben) A^D

u.a. Größen die einen bestimmten Elementtyp beschreiben

B	Balken
D	Dehnstab
S	Scheibe, Schub
75	Elementtyp 75
T	Transponiert

Tiefgestellte Indizes (rechts unten) A_B

E	Elementbezogen
K	Knotenbezogen
L	Linearer Anteil
NL	Nichtlinearer Anteil
p	partikulär
h	homogen

Lateinische Kleinbuchstaben

a	Plattenlänge in \tilde{x} -Richtung
b	Plattenlänge in \tilde{y} -Richtung
d	Spantabstand
dF	Flächendifferential
dof	Systemfreiheitsgrade (degree of freedom)
dV	Volumendifferential
g	Erdbeschleunigung
g	Gurtbreite
h	Steghöhe
h _{B0}	Höhe des (Doppel-)bodens
i,j,k,l,m,n	allg. Zählvariablen
inc	Inkrement
kn	Knoten (Seemeilen pro Stunde)
l	Länge, Länge der Platte
ld	Ladefall
lf	Lastfall
l _{max}	maximal mögliche Lastfälle
m	Halbwellen in \tilde{x} -Richtung
m	Masse (Gewicht) allg.
n	Halbwellen in \tilde{y} -Richtung
ndof	Anzahl der Freiheitsgrade
n _{Ei}	Nummer des Elementes i
n _{Emax}	Anzahl der Elemente
n _{Kmax}	Anzahl der Knoten
p _L	Flächenlast durch Ladung
p _{St}	Druck durch Eigenmasse (Stahlgewicht)
p _w	Wasserdruck
p _{wz}	Wasserdruck (in z-Richtung)
q	Streckenlast
q _{Lad}	Ladungsdruck als Streckenlast
q _{St}	Druck durch Eigenmasse als Streckenlast (Stahlgewicht)
q _w	Wasserdruck als Linienlast
s	Stiefenabstand
t	Plattendicke
t	Zeit
u ^(m) _(x,y,z)	Ansatzfunktion (Verschiebungen innerhalb eines Elementes als Funktion der Knotenverschiebungen)
u, v, w	Verschiebungen der Knoten in Richtung der kartesischen Koordinaten
v _D	Einbiegung des Dennebaum
v _{max}	maximale Randverschiebung
w _(x,y,z)	mathematischer Ansatz
w ₀	Imperfektion, Vorverformungen

Lateinische Großbuchstaben

A	Fläche allg.
A _M	Hauptspantfläche
A _s	Schubfläche
A _{Sp}	Spantfläche
B	Biegesteifigkeit (Balken, isotrope Platte)

B.ü.a.	Breite über alles
B_C	Breite des Laderaums
B_{Sp}	Breite auf Spanten
C^{m-1}	Variationsproblem, Variationsindikator m-ter Ordnung
CWL	Konstruktionswasserlinie
D	Dehnsteifigkeit
D	Seitenhöhe
D_{ii}	Diagonalelemente
E	Elastizitätsmodul
F	Fläche, Oberfläche
F	Freibord
F_0	angesetzte Belastung bei Eigenwertuntersuchungen
$F_A, \Delta F_A$	Auftriebskraft, Änderung der Auftriebskraft
F_{Bemess}	Bemessungslast
$F_{Betrieb}$	Betriebslast
F_{el}	elastische Grenzlast
F_0	angesetzte Belastung bei Eigenwertuntersuchungen
F_{ges}	Gesamtkraft
F_i	Teilfläche
F_{krit}	kritische Last - Knicklast, Beullast
F_{ref}	Referenzgröße
F_u	reale Grenzlast (Kollapslast)
G	Schubmodul, Gleitmodul
G_{St}	Gewichtsschwerpunkt des Stahlrumpfes
HL	hinteres Lot als Bezugspunkt
I	allg. Trägheitsmoment
I_1, I_2	Trägheitsmoment um die Achse 1 und 2
I_{xx}, I_{yy}	Trägheitsmoment um die Achse xx, und yy
K	Plattensteifigkeit
k_{ij}	Komponenten der Elementsteifigkeitsmatrix, Steifigkeitskoeffizienten, Steifigkeitszahlen
\underline{K}_T	Tangentiale Steifigkeitsmatrix
L	Länge, Schiffslänge
L.ü.a.	Länge über alles
L_{AB}	Abstand zwischen den Knoten A und B
L_{OA}	Länge über alles
L_P	Länge des parallelen Mittschiffs
L_{PP}	Länge zwischen den Loten
L_{WL}	Länge in der (Schwimm-) Wasserlinie
M	Moment allg.
N	Normalkraft
OKK	Oberkante Kiel (-platte) als Höhenbezugspunkt
P, P_x, P_y, P_z	Einzellasten
R_B	Volumenkräfte
R_C	Einzelkräfte
R_{ch}	obere Streckgrenze (Spannung ab der die Probe plastisch verformt wird)
R_f	Anfangsspannungen
R_m	Zugfestigkeit (maximale mögliche Spannung, der die Probe widersteht)
$R_{p0,2}$	Dehngrenze (Spannung, bei der die bleibende Dehnung 0,2% betrřgt).
R_S	Oberflächenkräfte
R_σ	Schnittkraftrand
R_u	Verschiebungszustand
R_x, R_y, R_z	Unterdrückung der Rotation um die x-, y- bzw. z- Achse
T	Tiefgang
T_{leer}	Tiefgang leer
T_x, T_y, T_z	Unterdrückung der translatorischen Verschiebung in x-, y- bzw. z- Richtung
UKK	Unterkante Kiel (-platte) als Höhenbezugspunkt
V	Volumen
V_C	Gesamtvolumen aller Laderäume
W_a	äußere Arbeit
W_{Agg}	Masse der Aggregate
$W_{Ballast}$	Masse des Ballastwassers
W_i	innere Arbeit
W_L	Masse der Lukendeckel
W_{Lad}	Masse der Nutzladung, max. Tragfähigkeit
W_{Mot}	Masse des Motors
W_S	Masse des Schiffskörpers
W_{St}	Masse des Stahlrumpfes

Griechische Buchstaben

ν	Sicherheitsbeiwert
α	allg. Winkel
α	Seitenverhältnis
α_i, β_i	generalisierten Koordinaten
α_T	Wärmeausdehnungskoeffizient
β	Balkenquerschnittsneigung
Δ	Displacement, Masse der Verdrängung
Δ	Differenz zwischen zwei Größen
$\delta(\cdot)$	virtuell, variiert
ΔF	inkrementelle Belastungserhöhung
$\Delta \lambda$	Belastungsfaktor

ε	Dehnung
$\varepsilon^{(m)}$	Elementverzerrungen
$\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$	Dehnungen
γ	Gleitung
$\gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$	Schubverzerrungen
η	Breite der Zugzone
t	Polarkoordinate
φ	Krümmung
λ	erster Eigenwert
λ_i	Eigenwerte der Steifigkeitsmatrix
ν	Querkontraktionszahl
Π	(Gesamt-) Potential
Π_a	Potential der äußeren Kräfte
Π_i	Formänderungsenergie oder inneres Potential
ρ	Dichte
ρ_{Erz}	Dichte des Erz
ρ_{Kies}	Dichte des Kies
ρ_w	Dichte des Wassers
σ	Nennspannung am Plattenrand
σ_F	Fließgrenze des Materials (entspricht R_{ch})
$\sigma_n, \tau_{ns}, \tau_{nt}$	Randspannungen
σ_r	Druckspannungen (aus Schweißungen)
$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{zz}$	Normalspannungen
$\tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$	Schubspannungen

Vektoren

$\underline{\varepsilon}$	Vektor der Deformationen (Dehnungen / Verzerrungen)
\underline{F}^B	Vektor der Volumenkräfte am Körper
\underline{F}^E	Vektor der Einzelkräfte am Körper
\underline{f}	Vektor der Oberflächenspannungen am Körper
\underline{p}	Vektor mit den Flächenlasten
\underline{q}	Vektor mit den Streckenlasten
\underline{R}	Vektor der Kräfte, die in Richtung der globalen Verschiebungen wirken
\underline{R}_B	Vektor der Volumenkräfte am Element (globalen und lokale Freiheitsgrade)
\underline{R}_C	Vektor der Einzelkräfte am Element (globalen und lokale Freiheitsgrade)
\underline{R}_f	Vektor der Anfangsspannungen am Element (globalen und lokale Freiheitsgrade)
\underline{R}_s	Vektor der Oberflächenkräfte am Element (globalen und lokale Freiheitsgrade)
$\underline{\sigma}$	Vektor der Spannungen
$\underline{\sigma}^{(m)}$	Vektor der Spannungen im Element m
\underline{u}	Knotenpunktverschiebungen des Elementes
\underline{v}	Knotenweggrößen des Elementes (Freiheitsgrade)

Matrizen

$\underline{B}^{(m)}$	Verzerrungs-Verschiebungsmatrix (Matrix, die den Dehnungsvektor im Element mit dem Verschiebungsvektor der Knoten verknüpft - erhält man durch Differenzieren von $H^{(m)}$)
$\underline{C}^{(m)}$	Dämpfungsmatrix
\underline{D}	Operatormatrix
$\det J$	Determinante der Jacobi-Matrix
$\underline{E}^{(m)}$	Materialmatrix, Stoffmatrix, Elastizitätsmatrix des Elementes m (für isotropes und anisotropes Material) in Bathe $\underline{C}^{(m)}$
$\underline{\Phi}$	Matrix mit den Ansatzfunktionen
\underline{H}	Hilfsmatrix (Produkt aus Operatormatrix und Ansatzmatrix)
$\underline{H}^{(m)}$	Verschiebungsinterpolationsmatrix (Matrix, die den Verschiebungsvektor im Element mit dem Verschiebungsvektor der Knoten verknüpft)
\underline{I}	Einheitsmatrix
$\underline{\underline{J}}$	Jacobi-Matrix, die Matrix die Elementlänge im globalen Koordinatensystem mit der Elementlänge im natürlichen Koordinatensystem verknüpft.
\underline{K}	(Gesamt)- Steifigkeitsmatrix
$\underline{K}^{(m)}$	Elementsteifigkeitsmatrix (des Elementes m)
$\underline{\Delta}$	Diagonalmatrix mit den Eigenwerten
\underline{M}	Massenmatrix
$\underline{M}^{(m)}$	Elementmassenmatrix
\underline{T}	Transformationsmatrix - enthält die Richtungskosinus
$\underline{\Omega}$	Ansatzmatrix

Lebenslauf

Name:	Andreas Meinken	
Geburtstag:	25. 12. 1966 in Bochum	
Familienstand:	verheiratet / 2 Kinder	
Ausbildung:	Freiherr von Eichendorf Grundschule in Haltern	1973 - 1977
	Städtische Realschule Haltern	1977 - 1983
	Fachhochschulreife an der städtischen Kollegs- schule Kemnastraße Recklinghausen	1984 - 1986
	Berufsausbildung zum technischen Zeichner bei der Fa. F. W. Schwing in Herne 2 <i>Tätigkeit im Konstruktionsbüro und der Produktion bei einem Baumaschinenhersteller</i>	1983 - 1987
Beruf:	Beschäftigung als technischer Zeichner im Ing.-Büro F. Hachmann in Recklinghausen <i>Konstruktionen für den Industriebau, Bergbau und allg. Maschinenbau</i>	02.1987 - 07.1987
Studium:	Vordiplom in Maschinenbau und Erwerb der fach- gebundenen Hochschulreife an der GHS ESSEN	09.1987 - 03.1990
Beruf:	Freier Mitarbeiter im Ingenieurbüro Träumner in Haltern <i>Konstruktionen für die Walzwerktechnik</i>	04.1990 - 08.1990
Studium:	Hauptstudium in Maschinenbau an der RWTH AACHEN Vertiefungsrichtung Konstruktionstechnik <i>Schwerpunkte im rechnergestützten Konstruieren</i>	09.1990 - 03.1994
	Studentische Hilfskraft am "Institut für allgemeine Konstruktionstechnik des Maschinenbaus" bei Professor Koller <i>Erstellung von Präsentationsgrafiken und technischen Zeichnungen</i>	1.11.1991 - 15.09.1992
	Studentische Hilfskraft am "Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre" bei Professor Weck <i>FEM-Berechnungen an Verzahnungen und Getriebe- gehäusen</i>	16.09.1992 - 30.04.1994
Beruf:	Freier Mitarbeiter bei der CBB Ingenieur- gesellschaft mbH in Herne <i>FEM-Berechnungen für den allg. Maschinen- und Anlagenbau</i>	02.01.1994 - 31.12.1994
Promotion:	Wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Schiffstechnik Duisburg	02.05.1994 - 31.12.1994
	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Schiffstechnik Duisburg	01.01.1995 - 31.08.1999
Beruf:	Mitarbeiter bei der Abeking & Rasmussen Schiffs- und Yachtwerft in Lemwerder bei Bremen <i>Konstruktion und Berechnung</i>	ab dem 01.09.1999