

Errata der 3. Auflage „Werkle, Finite Elemente in der Baustatik“ (2008)

Kapitel 1

Seite 9:

Gleichung (1.7a), erste Formel, muss lauten $a_{ik}^{(1)} = a_{ik} - l_{i1} \cdot a_{1k}$ anstelle von $\Delta x_i^{(k)} = \dots$

Seite 18:

Gleichung (1.10a) muss lauten $\|x\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}$ anstelle von $\|x\| = \sum_{i=1}^n x_i^2$

Gleichung (1.10b) muss lauten $\|A\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m x_{ik}^2}$ anstelle von $\|A\| = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m x_{ik}^2$

Seite 19:

Charakteristisches Polynom muss lauten $2400 - 22.5 \cdot \lambda + 0.03125 \cdot \lambda^2$

anstelle von $2400 + 22.5 \cdot \lambda - 0.03125 \cdot \lambda^2$

Seite 21:

Gleichung (1.13) muss lauten $\text{Det}(A - \lambda \cdot B) = 0$ anstelle von $\text{Det}(A + \lambda \cdot B) = 0$

Fehlerhinweise von Dr. Anton Valdivia, R. Thompson und Prof. Dr. G. Lumpe

Kapitel 2

Druckfehler auf Seite 67, Bild 2-2:

Bei den Plattenschnittgrößen sind m_x und m_y zu vertauschen.

Druckfehler auf Seite 70, Tabelle 2-1 (Ebener Dehnungszustand):

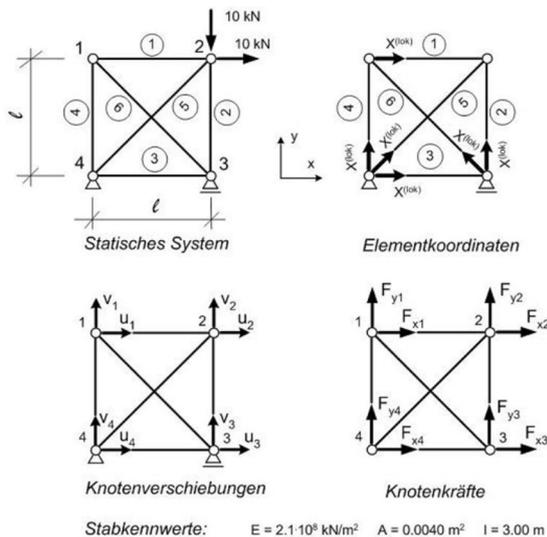
Element [3] muß lauten τ_{xy} statt σ_{xy}

Druckfehler auf Seite 71, Zeile vor Gl. (2.4a):

Die Bildnummer muss lauten Bild(2-6) statt Bild (2-7a)

Kapitel 3+4

Bild auf Seite 91:



Druckfehler auf Seite 129:

Formelbezug im Absatz unter Bild 3-12 muß lauten (3.22) statt (3.21)

Druckfehler auf Seite 135 (Steifigkeitsmatrix des räumlichen Biegebalkens):

Element [3,5]	muß lauten	$-6 \cdot E \cdot I_y / l^2$	statt	$+6 \cdot E \cdot I_z / l^2$
Element [3,11]	muß lauten	$-6 \cdot E \cdot I_y / l^2$	statt	$-6 \cdot E \cdot I_z / l^2$
Element [8,6]	muß lauten	$-6 \cdot E \cdot I_z / l^2$	statt	$-6 \cdot E \cdot I_z / l^3$
Element [8,12]	muß lauten	$-6 \cdot E \cdot I_z / l^2$	statt	$-6 \cdot E \cdot I_z / l^3$

Druckfehler auf Seite 138 (Steifigkeitsmatrix des räumlichen Biegebalkens mit Wölbkrafttorsion):

Element [7,7] muß lauten $A_{\text{strich}} \cdot E \cdot I_{\omega} / l$ statt $A_{\text{strich}} \cdot I_{\omega} / l$

Druckfehler auf Seite 172 (Tabelle 4-1):

Einheit von sigma-x muß lauten $[kN/cm^2]$ statt $[kN/m^2]$

Druckfehler auf Seite 177 (Bild 4-5, rechte Spalte):

Gleichung von sigma muß lauten $F/A(x)$ statt $F/EA(x)$

Druckfehler auf Seite 192 (Formfunktion N3):

Der dritte Summand muss lauten $\dots + (1/a \cdot b) \cdot x \cdot y$ statt $\dots - (1/a \cdot b) \cdot x \cdot y$

Druckfehler auf Seite 194:

Gleichungsnummer in 5. Zeile muss lauten (2.3b) statt (2.2b)
 Gleichungsnummer in 13. Zeile muss lauten (4.27a) statt (4.28)
 Gleichungsnummer in 16. Zeile muss lauten (2.29) statt (2.29a)

Druckfehler auf Seite 198, Gl. (4.37):

$$\begin{bmatrix} F_{Lx1} \\ F_{Ly1} \\ F_{Lx2} \\ F_{Ly2} \\ F_{Lx3} \\ F_{Ly3} \\ F_{Lx4} \\ F_{Ly4} \end{bmatrix} = \frac{a \cdot b}{4} \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ p_x \\ p_y \\ p_x \\ p_y \\ p_x \\ p_y \end{bmatrix} \quad (4.37a)$$

Hinweis zur Tabelle 4-6 auf Seite 217:

Gewichtungsfaktoren bei der 3-Punkte-Integration genauer:
 0.5555555555555556 statt 0.555
 0.8888888888888889 statt 0.888

Druckfehler auf Seite 219, Mitte:

Gleichungsnummer in 9. Zeile muss lauten (4.41) statt (4.40a)

Druckfehler auf Seite 225:

Der vorletzte Term im Vektor Fe muss lauten Fx4 statt Fy4

Druckfehler auf Seite 229, unten:

Gleichungsnummer muss lauten (4.54) statt (4.45).

Druckfehler auf Seite 240 (Steifigkeitsmatrix des Plattenelements):

Momente um die y-Achse im Lastvektor sind My1, My2, My3, My4 statt My1 (alle)

Druckfehler auf Seite 241 (Steifigkeitsmatrix des Plattenelements):

$k[9,6] = \dots = k[3,12]$ muß lauten $= (2 \cdot \beta^2 / 3 - 4(1-\mu) / 15) \cdot a^2$ statt $= (2 \cdot \beta^2 / 3 - 4(1-\mu) / 5) \cdot a^2$

Fehlerhinweise von Dr. Christian Krä, Gerhard Layritz, Dr. Anton Valdivia, Roland Schlehüfer und Prof. Dr. G. Lumpe

Kapitel 5

Seite 332-334

t [s]	u_1 [mm]	v_1 [mm]	u_2 [mm]	v_2 [mm]	N_1 [kN]
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.005	0.001	0.000	0.031	0.000	8.331
0.010	0.013	0.000	0.116	-0.002	28.707
0.015	0.060	0.002	0.238	-0.011	50.001
0.020	0.161	0.010	0.379	-0.032	61.053
0.025	0.320	0.031	0.523	-0.068	56.923
0.030	0.520	0.069	0.667	-0.120	41.301
0.035	0.729	0.125	0.815	-0.184	23.971
0.040	0.916	0.190	0.970	-0.254	15.197
0.045	1.062	0.250	1.135	-0.324	20.323
0.050	1.165	0.293	1.298	-0.387	37.338
0.055	1.236	0.312	1.414	-0.438	49.927
0.060	1.282	0.309	1.441	-0.472	44.568
0.065	1.290	0.289	1.381	-0.483	25.575
0.070	1.238	0.260	1.251	-0.464	3.575
0.075	1.107	0.225	1.070	-0.413	-10.486
0.080	0.893	0.183	0.855	-0.330	-10.752
0.085	0.609	0.135	0.613	-0.222	1.075
0.090	0.287	0.080	0.347	-0.099	16.875
0.095	-0.038	0.019	0.055	0.026	26.153
0.100	-0.333	-0.046	-0.257	0.142	21.324

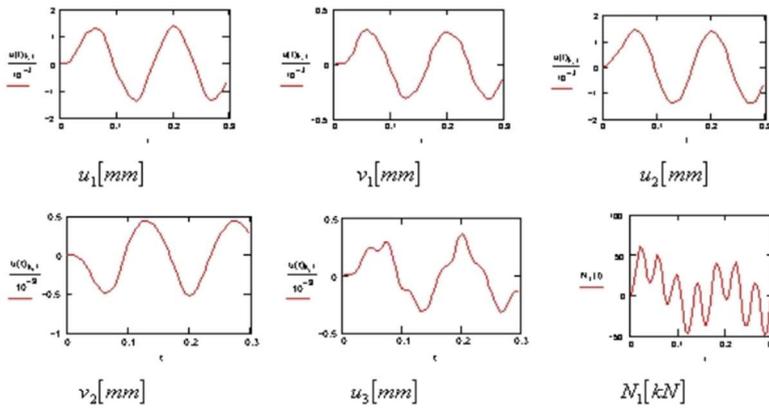


Bild 5-25 Zeitverläufe der Verschiebungen und der Normalkraft N , bei Berücksichtigung aller Eigenformen

i	T_i	$ \Gamma_i $	$\max \left \frac{\alpha_i}{\Gamma_i \cdot F_0} \right $	$\max u_i $	$\max v_i $	$\max u_2 $	$\max v_2 $	$\max N_i$	$\min N_i$
1	0.141	0.125	6.22	1.341	0.307	1.412	0.464	20.01	-20.01
2	0.063	0.022	2.03	1.353	0.312	1.417	0.484	21.24	-18.36
3	0.049	0.038	1.16	1.352	0.309	1.418	0.484	21.63	-18.44
4	0.041	0.084	0.86	1.390	0.313	1.442	0.483	59.47	-46.62
5	0.030	0.017	0.46	1.394	0.312	1.441	0.483	61.05	-48.05

Die Tabelle zeigt, dass bereits ein bis zwei der insgesamt fünf Eigenformen genügen, um das Schwingungsverhalten des Fachwerks bei der gegebenen Belastung ausreichend genau zu beschreiben. Diese Eigenformen werden durch den Frequenzgehalt der Belastung besonders stark angeregt, was sich in den hohen Werten von $\max \left| \frac{\alpha_i}{\Gamma_i \cdot F_0} \right|$ äußert. Die vierte Eigenform, die den zweitgrößten Partizipationsfaktor besitzt, trägt letztlich wegen des deutlich niedrigeren Wertes $\max \left| \frac{\alpha_i}{\Gamma_i \cdot F_0} \right|$ doch nur wenig zur gesamten Schwingungsantwort bei. Bild 5-26 zeigt einige Zeitverläufe die man erhält, wenn man ausschließlich die erste Eigenform berücksichtigt. Die Verschiebungs-Zeitverläufe des Knotens 2 machen deutlich,

dass die zweite Eigenform vor allem die vertikale Verschiebung des Knotens beeinflusst (vgl. Bild 5-25). Für die horizontale Verschiebungen sind die Abweichungen der Maximalwerte von $(1.341-1.394)/1.394 = 3.8\%$ am Knoten 1 und von $(1.353-1.394)/1.394 = 2.9\%$ am Knoten 2 bei Berücksichtigung von nur einer Eigenform weniger groß. Betrachtet man jedoch die mit Hilfe dieser Verschiebungen berechnete Normalkraft im Stab 1, so erhält man entsprechend einen Fehler von $(20.01-61.05)/61.05 = -67\%$. Der relative Fehler der Normalkraft bei unzureichenden Anzahl von Eigenformen ist größer als derjenige der zugehörigen Verschiebungen, da der Wert der Normalkraft aus der Differenz fehlerbehafteter Größen gebildet wird.

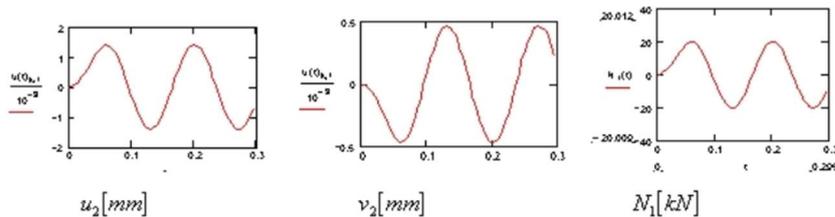


Bild 5-26 Zeitverläufe bei ausschließlicher Berücksichtigung der ersten Eigenform

Druckfehler auf Seite 372 und 373:

Gl.'en (5.23a-c) und (5.24) sowie alle Nennungen im Text:
 Die Topologievektoren I_x , I_y und I_z sind als Vektoren immer mit Unterstrich zu versehen.
 Die Funktionen der Bodenverschiebungen u_{bx} , u_{by} , u_{bz} und die entsprechenden Geschwindigkeiten und Beschleunigungen besitzen keinen Unterstrich.

Fehlerhinweis von Dr. Anton Valdivia

Seite 373

Bildnummer "Bild 5-50" anstelle von "Bild 4-50"

Seite 455

$$M = \begin{pmatrix} 186 & 0 & 32 & -155 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1905 & 155 & -714 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 32 & 155 & 186 & 0 & 32 & -155 & 0 & 0 \\ -155 & -714 & 0 & 1905 & 155 & -714 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 32 & 155 & 186 & 0 & 32 & -155 \\ 0 & 0 & -155 & -714 & 0 & 1905 & 155 & -714 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 32 & 155 & 93 & -262 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -155 & -714 & -262 & 952 \end{pmatrix}$$

Seite 408: Ergänzung nach Gl. (5.70b):

Die Summation über k erfolgt hier von 0 bis $(N-1)$, was aufgrund der o.g. Eigenschaft der Fourierkoeffizienten der Summation von $-N/2$ bis $N/2$ entspricht [5.6]. Dies bedeutet, dass sich die Fouriert Terme für $k > N/2$ aus den Termen für $k = 1, \dots, (N/2-1)$ als konjugiert komplexe Werte wie folgt ermitteln lassen (bei unverändertem \hat{c}_0):

$$\hat{c}_k = \text{Re}(\hat{c}_{N-k}) - i \cdot \text{Im}(\hat{c}_{N-k}) \quad \text{für } (N/2+1) \leq k \leq N-1 \quad (5.70c)$$

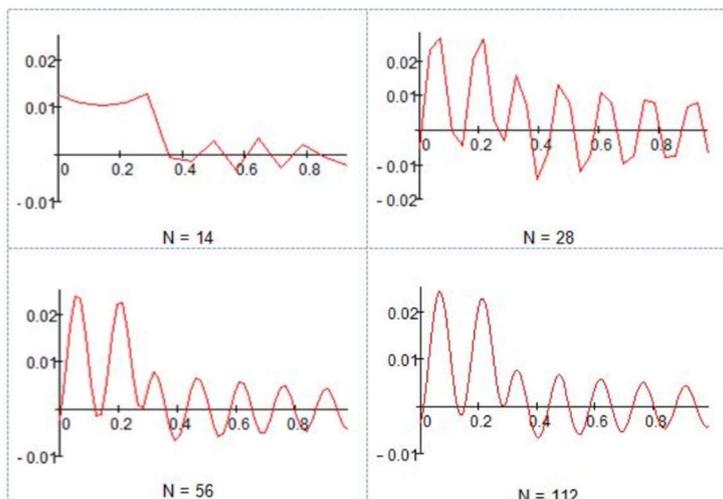


Bild 5-30 Verschiebungs-Zeitverläufe

Seite 412: Ergänzung nach Gl. (5.72b)

Im Frequenzbereich werden die Berechnungen lediglich für Werte $k > 0$ durchgeführt; und die Terme für $k < 0$ nach (5.67a) ermittelt.

Seite 413: Ergänzung/Korrektur:

Fourier-Transformation

Start

Wahl der Periode T_0 und der Anzahl N der Diskretisierungspunkte

unter Berücksichtigung des Zeitschrittes $\Delta t = \frac{T_0}{N} = \frac{1}{2 \cdot f_{\max}}$

Berechnung im Frequenzbereich

1. Transformation der Belastung in den Frequenzbereich

$$\hat{F}_k = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=0}^{N-1} F(t_j) \cdot e^{-2\pi i \frac{kj}{N}} \text{ für } k=0 \dots (N/2-1)$$

2. Aufstellen und Lösen der Bewegungsgleichung im Frequenzbereich

$$(\underline{K} + i \cdot \Omega_k \cdot \underline{C} - \Omega_k^2 \cdot \underline{M}) \cdot \hat{u}_k = \hat{F}_k \text{ für } k=0 \dots (N/2-1)$$

mit $\Omega_k = 2 \cdot \pi \cdot k / (N \cdot \Delta t)$.

3. Berechnung der Schnittgrößen im Frequenzbereich mit Hilfe der Spannungsmatrizen

Rücktransformation in den Zeitbereich

1. Rücktransformation der Verschiebungs-Zeitverläufe

$$\underline{u}(t_j) = \sum_{k=0}^{N/2-1} \hat{u}_k \cdot e^{2\pi i \frac{kj}{N}}$$

mit \hat{u}_k für $k > N/2$ nach (5.70c).

2. Rücktransformation der Schnittgrößen-Zeitverläufe

Druckfehler auf Seite 433:

Fünfte Zeile von unten: Es muss lauten $T_c = 0,25 \text{ s}$ statt $T_c = 0,05 \text{ s}$.

Kapitel 6

Druckfehler auf Seite 486:

Gl. (6.43a):

Es muss lauten $k_{T,11} = EA/L * (\cos(\alpha) ** 2 - (v_{2_lok}/l) * 2 * \sin(\alpha) * \cos(\alpha) + (3/2 * (v_{2_lok}/l) ** 2 + (u_{2_lok}/l) * \sin(\alpha) ** 2)$
statt $k_{T,11} = EA/L * (\cos(\alpha) ** 2 - (v_{2_lok}/l) * (\cos(\alpha) ** 2 + \sin(\alpha) * \cos(\alpha)) + (3/2 * (v_{2_lok}/l) ** 2 + (u_{2_lok}/l) * \sin(\alpha) ** 2)$

Es muss lauten $k_{T,12} = k_{T,21} = EA/L * ((v_{2_lok}/l) * (\cos(\alpha) ** 2 - \sin(\alpha) ** 2 - \sin(\alpha) * \cos(\alpha)) + (-1 + 3/2 * (v_{2_lok}/l) ** 2 + (u_{2_lok}/l) * \sin(\alpha) ** 2)$
statt $k_{T,12} = k_{T,21} = EA/L * ((v_{2_lok}/l) * (\cos(\alpha) ** 2 - \sin(\alpha) ** 2 + \sin(\alpha) * \cos(\alpha)) + (-1 + 3/2 * (v_{2_lok}/l) ** 2 + (u_{2_lok}/l) * \sin(\alpha) ** 2)$

Fehlerhinweis von Lisa Kälber