

# Lineare Finite-Elemente Analyse einer Balkenstruktur

*COPYRIGHT Prof. Dr. Oskar Wallrapp, Fachhochschule Muenchen. Juni 2003*

## Problemstellung: Eigenwert-Analyse

Loese das Eigenwertproblem der ungedaempften DGL:  $M\ddot{y} + K y = 0$ .  
Die Abschnitte 1 und 2 muessen bereits durchgerechnet sein!

### Aufgaben:

- 4.1 Bestimmung der Minimalkoordinaten  $y_F$   
Reduzierung auf Minimalform der lin. DGL:  $M\ddot{y} + K y = 0$
- 4.2 Berechne die Eigenfrequenzen  $f_{ev}$  in Hz und die Eigenvektoren  $z_{Fev}$   
Stelle die Eigenvektoren grafisch dar.

**FEName**

Elast. Winkel mit 3 Elementen

## Festlegung der Parameter

- Setzen von Lagerbedingungen: **Lager** = {{Nr. Knoten mit Lager, Key-u1, Key-u2, Key-theta3}},  
Key: 0=frei, 1=fest der drei Bewegungen u1, u2, theta3

**Lager** = {{1, 1,1,1}}

{{1, 1, 1, 1}}

- Setzen von Berechnungsschluesseln

**keyPrint** = 1; (\* 0 = kein Print von System-Matrizen, 1 = Print \*)

## Loesung: 4 Eigenwert-Analyse

- 4.1 Bestimmung der Minimalkoordinaten  $y_F$  und der Mininal-Systemmatrizen

## ■ 4.2 Eigenfrequenzen und Eigenvektoren

- $\text{Mat} = \text{MF}^{-1} \cdot \text{KF}$ ;  $\text{vals} = \omega^2$ ;  $\text{vecs} = \text{Eigenvektoren (kleinster Wert am Ende)}$ , Zeilenweise gespeichert. Es liegen  $nM=nF_y$  Werte vor.

```
Mat = Inverse[MFy].KFy; {vals, vecs} = Eigensystem[Mat];
fev = Reverse[N[ $\frac{\sqrt{\text{vals}}}{2\pi}$ ]];
Print["Eigenwert j | Freq f (Hz) | omega (rad/s) |"];
Print["-----"];
Do[Print[" ", j, " | ", fev[[j]], " | ", fev[[j]]*2*Pi, " | "], {j, nM}];

Eigenwert j | Freq f (Hz) | omega (rad/s) |
-----
1 | 0.961447 | 6.04095 |
2 | 7.06806 | 44.41 |
3 | 17.0425 | 107.081 |
4 | 43.0527 | 270.508 |
5 | 163.551 | 1027.62 |
6 | 479.023 | 3009.79 |
7 | 630.06 | 3958.79 |
8 | 1805.48 | 11344.1 |
9 | 6442.92 | 40482.1 |

vecs[[nM]] (* Eigenvektor zur untersten Frequenz *)
{1.35135*10-7, -0.168187, -0.298805, 2.7027*10-7, -0.527222, -0.388674, 0.155537, -0.527222, -0.388901}
```

## ■ Darstellung der Eigenformen

```
nevgraf = 3; (* Zahl der darzustellenden Eigenformen *)
nevnicht = 0; (* Zahl der ersten nicht darzustellenden Eigenformen *)

plotev = Table[0, {nevgraf}, {nE}];
Ne3 = Join[Ne, {Table[0, {nFe}]}]; (* Nullzeile anhaengen *)
Do[ ev = vecs[[nM-nevnicht+1-kk]];
  If [nR > 0, Do [ev = Insert[ev, 0, Indr[[j]] ], {j, nR}]];
  Ue = Table[0, {nE}, {3}];
  Do [ Ue[[e]] = Transpose[Gammae[[e]].Ne3.Transpose[TeT[[e]]].(ev+ZF)/. {le->Edata[[e,5]}];
    plotev[[kk,e]] = ParametricPlot[{Ue[[e,1]], Ue[[e,2]]}, {xi, 0, 1},
      DisplayFunction->Identity, PlotStyle->{RGBColor[kk/nevgraf, 0, 0]}];
    , {e, nE}];
  , {kk, nevgraf}];
Show[PlStructure1, PlStructure2, PlStructure3, PlStructure4, plotev,
  DisplayFunction->$DisplayFunction, PlotRange->All,
  PlotLabel->{nevgraf, "Eigenwerte:", FEName, "mit Lager im Knoten 1"}];

{3, Eigenwerte:, Elast. Winkel mit 3 Elementen, mit Lager im Knoten 1}
```

