

BEUTH HOCHSCHULE FÜR TECHNIK BERLIN  
University of Applied Sciences

# Explizite Finite Elemente Methode

LV04: Masterkurs für MK-M, ME-M und PE-M

## Schwingungen mit PFC

2-Massen ohne und mit Erregung

Prof. Dr.-Ing. Hans-Dieter Kleinschrodt  
FB VIII: Maschinenbau, Veranstaltungstechnik, Verfahrenstechnik

## 2-Massenschwinger mit 5% Dämpfungsgrad

```

new
def Startwerte
  M_radius=0.1
  M_anzahl=2+1      ; 2 Massen schwingen
end
def Massen
  loop n (1,M_anzahl)
  y_n=-(n - 1) * 2 * M_radius
  command
  ball id=n rad=M_radius x=0=y_n
  end_command
  end_loop
end
Startwerte
Massen
  
```

Beuth Hochschule für Technik Berlin, FB VIII, Prof. Dr. Kleinschrodt, LV04: Explizite FEM 2

## Ausschlagen infolge Eigengewicht

```

pi add ball lblue wall red pb green pf black cont black
pi set size -0.30 0.30 -1.80 0.20
pi show
fix x y spin range id=1,1 ;Festhaltung der Masse 1
prop dens 1000
prop kn 2e3 ks 1e3
prop n_bond 1e6 s_bond 1e5
set grav 0 -9.81
hist nstep 10 ball y id=1
hist nstep 10 ball y id=2
hist nstep 10 ball y id=3
prop damp=0.157 ;5% Dämpfungsgrad
set dt max= 1e-3 ;ohne set dt nstep 1 erforderlich
cyc 10000 ;Ausschlagen Eigengewicht
plot hist 1 2 3
pi add ball lblue
  
```

Beuth Hochschule für Technik Berlin, FB VIII, Prof. Dr. Kleinschrodt, LV04: Explizite FEM 3

## Erregung am Aufhängungspunkt

```

def startup
  old_time=time
  omega=freq*2.0*3.141
end
def erregung
  while stepping
    real_time=time-old_time
    if real_time < erreg_time
      ground_yv=ampl*sin(omega*real_time)
    else
      ground_yv=0.0
    end_if
    command
    prop yd=ground_yv range id=1,1
    end_command
  end
end
set time=0.0 freq=4.0 ampl=0.1 erreg_time=7.0
startup
;erregung wird auch ohne direkten Aufruf ausgeführt
cyc 12000
  
```

Beuth Hochschule für Technik Berlin, FB VIII, Prof. Dr. Kleinschrodt, LV04: Explizite FEM 4

## Vorsicht: zu wenige Auswertungspunkte

```

hist nstep 100 ball y id=1
hist nstep 100 ball y id=2
hist nstep 100 ball y id=3
;zu wenige Auswertungspunkte
damp local 0.0001
;set dt max= 1e-4
;automatischer Zeitschritt aktiv
cyc 300000
plot hist 1 2 3
;Frequenz der Schwingung falsch
  
```

Beuth Hochschule für Technik Berlin, FB VIII, Prof. Dr. Kleinschrodt, LV04: Explizite FEM 5

## Vorsicht: es ist keine Schwebung vorhanden

```

hist nstep 10 ball y id=1
hist nstep 10 ball y id=2
hist nstep 10 ball y id=3
damp local 0.0001
;set dt max= 1e-4
;automatischer relativ Zeitschritt groß
cyc 300000
plot hist 1 2 3
;reale keine Schwebung vorhanden
;richtige Anzeige erst bei nstep < 4
  
```

Beuth Hochschule für Technik Berlin, FB VIII, Prof. Dr. Kleinschrodt, LV04: Explizite FEM 6