

## Übung 6: Einführung in FEAPpv

Die kommenden Übungen werden sich mit der Implementierung von Elementen innerhalb der Finite Elemente Software FEAPpv befassen. FEAPpv ist für die Nutzung auf Unix-/Linux-Systemen konzipiert, die Software Cygwin ermöglicht jedoch auch die Nutzung unter Windows. Die Installation innerhalb der Cygwin-Umgebung ist nachfolgend beschrieben.

### Installation von FEAPpv unter Cygwin

Zur erstmaligen Installation von FEAPpv im CIP-Pool müssen folgende Schritte durchgeführt werden:

- 1.) ein Cygwin64-Terminal öffnen,
- 2.) Homeverzeichnis von Cygwin unter C:/cygwin64/home/<RUB-login> öffnen und am Ende der Datei `.bashrc` die folgenden Zeilen einfügen:  

```
export FEAPPVHOME4_1=/cygdrive/z/feappv41/ver41
alias feappv='$FEAPPVHOME4_1/main/feappv.exe',
alias gnuplot="/cygdrive/c/'Program Files'/blueCFD-Core-2017/msys64/...
...mingw64/bin/gnuplot.exe",
```

anschließend die Datei zur späteren Nutzung auf das eigene Laufwerk Z sichern,
- 3.) den bereitgestellten Ordner `feappv41` im persönlichen Laufwerk Z ablegen,
- 4.) unter alle Programme/Cygwin-X auf „XWin Server“ klicken und im Anschluss durch Rechtsklick auf das Cygwin-Symbol in der Taskleiste unter Systemwerkzeuge ein Cygwin-Terminal starten,
- 5.) mit dem Befehl `cd /cygdrive/z/feappv41/ver41` in den Ordner `feappv41/ver41` navigieren und das Programm mit dem Befehl `make install` kompilieren,
- 6.) zum Testen des Programms in den Ordner `calc/0_beispiel` wechseln, den Befehl `feappv` eingeben und den weiteren Anweisungen folgen.

Wenn Änderungen am Programm vorgenommen werden, muss dieses neu kompiliert werden. Das erfolgt durch Eingabe von `make` im Ordner `ver41`. Einige häufig verwendete Konsolen-Befehle sind auf der nächsten Seite zusammengefasst.

## Einige nützliche Konsolenbefehle

Befehl	Auswirkung
ls	Auflisten des Inhalts des aktuellen Verzeichnisses
cd <Pfad>	aus dem aktuellen Verzeichnis nach  Pfad  navigieren
cd ..	eine Verzeichnisebene nach oben wechseln
cd /cygdrive/z	ins Laufwerk Z navigieren
clear	Konsoleninhalt löschen
exit	Konsole schließen

## Kurzübersicht FEAP-Kommandos

tang,,1	start one iteration step
disp,,num	print coordinates and displacements of node <i>num</i>
plot	enter the plot-command-environment
plot,mesh	show mesh
plot,node,num	show number of node <i>num</i> ( <i>num</i> =blank, plot all numbers)
plot,elem,num	show number of element <i>num</i> ( <i>num</i> =blank, plot all numbers)
plot,defo,factor,1	switch to deformed configuration with scaling by <i>factor</i>
plot,unde	switch to undeformed configuration
plot,boun	show boundary conditions
plot,load	show loads
plot,post	start/end plot to postscript-file
plot,stre,index,,flag	plot stress distribution, <i>index</i> : 1→ $\sigma_{11}$ , 2→ $\sigma_{22}$ , ... ; <i>flag</i> : 0=mesh, 1=no mesh
plot,wipe	clear plot window

*Hinweis:* Weitere Befehle und Erläuterungen lassen sich dem in FEAPpv enthaltenen Benutzerhandbuch unter dem Dateipfad `ver41/manual/manual41.pdf` entnehmen.

## Hinweis zum Erstellen von Plots mithilfe von gnuplot

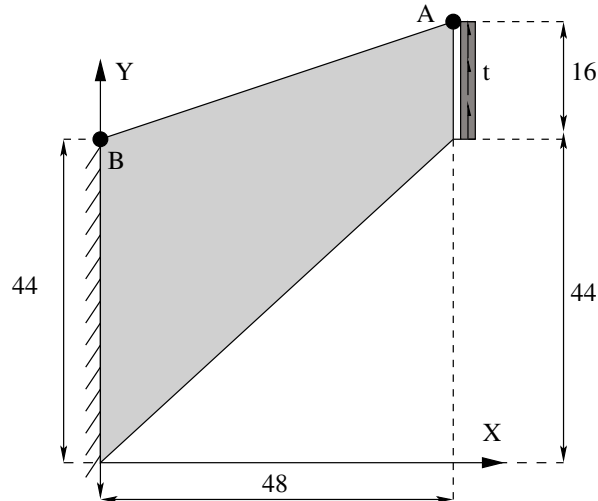
Gnuplot ist ein skript- bzw. kommandozeilengesteuerte Computerprogramm zur grafischen Darstellung von Daten. Entsprechende Skriptdateien werden mit folgendem Befehl ausgeführt:

gnuplot <scriptname>.gnu

### Aufgabe 6.1: Cook's Membran Problem

Eine FEAppv-kompatible Input-Datei für das dargestellte Problem soll erstellt werden. Nutzen sie die in dieser Übung bereitgestellte Beispieldatei `I_test` als Vorlage und erzeugen sie die FE-Lösung für die folgenden Netzverfeinerungsstufen:

	Elemente in	
	x-Richtung ( $nx$ )	y-Richtung ( $ny$ )
1)	10	5
2)	20	10
3)	40	20
4)	80	40
5)	160	80



**Abbildung 6.1:** Cook's Membran Geometrie

Materialparameter:  $E = 210000 \text{ MPa}$ ,  $\nu = 0.3$

Neumann-Randbedingung:  $t = 5000 \text{ MPa}$

- a) Berechnen Sie die Verschiebung in Vertikalrichtung im Punkt A für die verschiedenen Netzverfeinerungsstufen 1)-5) und Veranschaulichen Sie die Ergebnisse in einem entsprechenden Diagramm.

*Hinweis:* Speichern Sie dazu die jeweiligen Berechnungsergebnisse in der Datei `u-nelem.dat` und nutzen Sie das beigelegte Gnuplot-Skript `u-nelem.gnu`.

- b) Erzeugen Sie die folgenden Plots
- Netz im Ausgangszustand mit Dirichlet- und Neumann Randbedingungen basierend auf Netzverfeinerungsstufe 2),
  - Geometrie im Verformten Zustand mit den Spannungs-Contourplots  $\sigma_{11}, \sigma_{22}, \sigma_{33}$  basierend auf Netzverfeinerungsstufe 5).