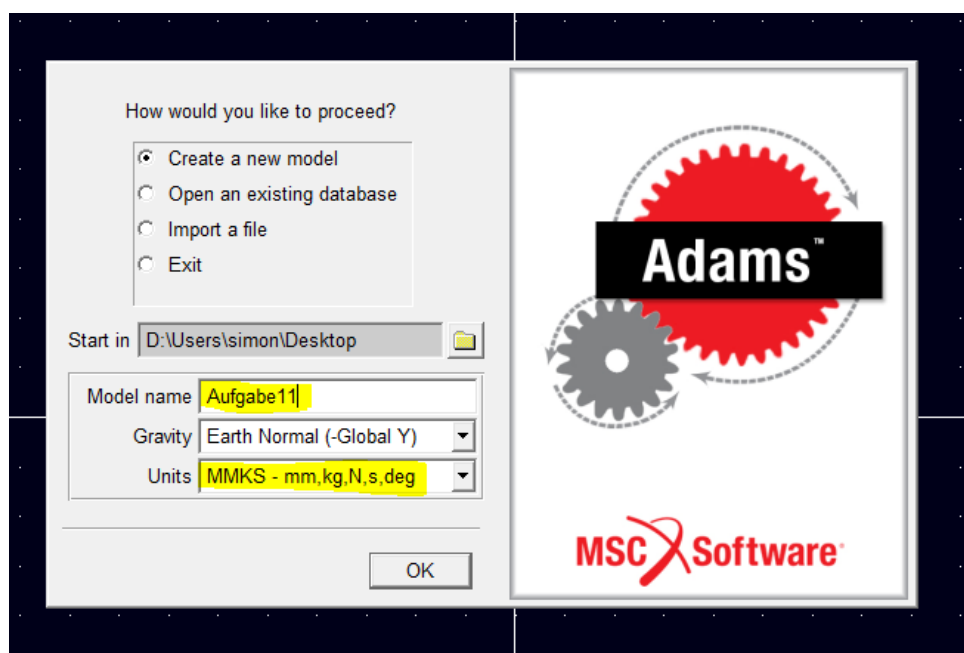


Aufgabe 11: Einführung in das MKS-Programm ADAMS, Beispiel: „Pendel“

Ein Mehrkörper-Modell besteht in der Regel aus starren Körpern, die über Gelenke (Bindungen) miteinander oder mit dem Inertialsystem (Fundament = „Ground“) verbunden sind. Eine Simulation eines solchen Modells berechnet typischerweise die Bewegung dieses Systems als Folge von eingprägten Kräften, löst also ein Anfangswertproblem.

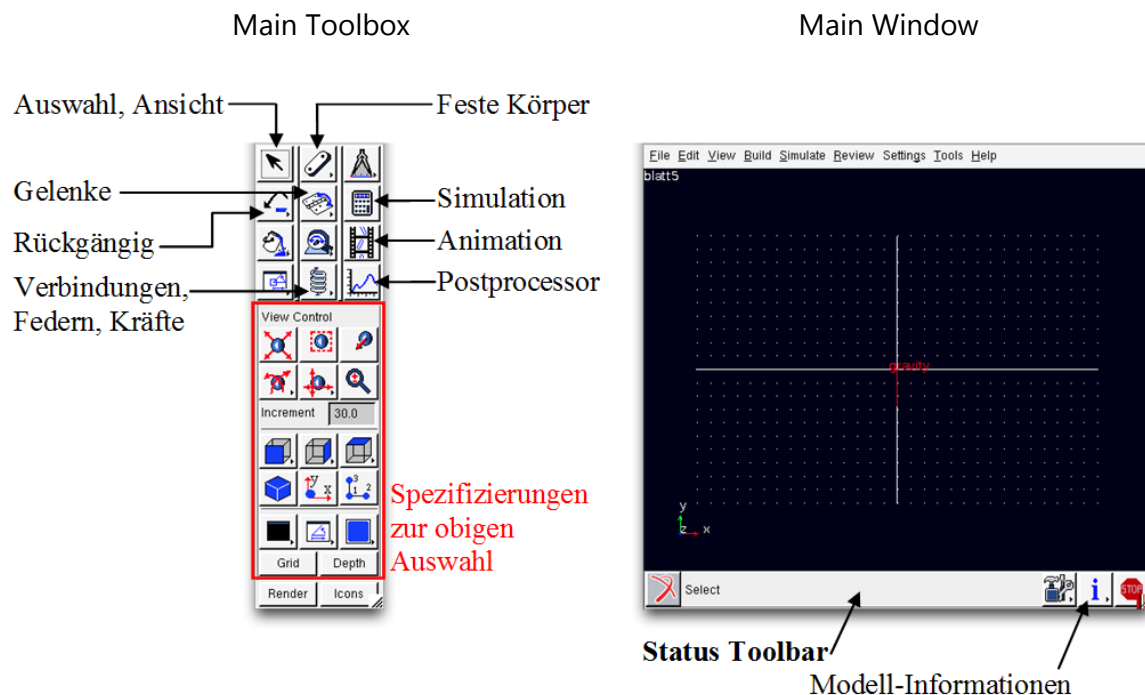
Starten von ADAMS

- Das Programm mit der Verknüpfung „Adams/View“ oder über das Windows-Startmenü starten: Alle Programme // MSC.Software // MD.Adams ... // AView // Adams - View
- Im Startfenster können wir Modellname, Gravitation und Einheiten einstellen. Wir wählen: einen Namen, die Gravitation in vertikaler Richtung (Minus-y-Richtung im globalen KOS) und ein Einheitensystem mit mm.



- Nach Bestätigung mit [OK] öffnet sich das Main Window und die Main Toolbar.

Grundelemente und Grundfunktionen



- Mit einem Rechtsklick (= Kontextmenü) auf die Schaltflächen in der **Main Toolbox** öffnet sich eine Liste der verfügbaren Unterelemente. Wählt man nun ein Element aus, erscheinen gegebenenfalls im unteren Teil der Main Toolbox einige Spezifizierungsmöglichkeiten.
- In der **Status Toolbar** stehen wichtige Anweisungen und Erklärungen zu den einzelnen Schritten zur Ausführung der in der Main Toolbar ausgewählten Handlung bzw. zum Erstellen der Elemente.
- Hat man ein Modell vollständig erstellt, so kann man über die **Informations-Schaltfläche** Informationen über die Einzelteile des Modells, Verwendete Materialien, Freiheitsgrade etc. finden sowie das Modell auf Vollständigkeit prüfen lassen.

Shortcuts im graphischen Main Window

Klickt man mit der rechten Maustaste in das leere (schwarze) Fenster, erscheinen einige Optionen und nützliche Tastaturkürzel. Die wichtigsten davon sind:

r	Rotieren
t	Verschieben (translate)
z	Zoom
w	Zoom in ausgewählte Fläche
f	Ansicht anpassen (fit)
F	Front Ansicht wieder herstellen

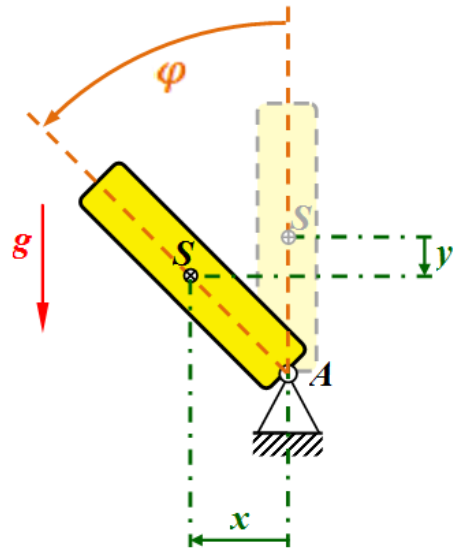
Beispiel: „Physikalisches Pendel“

Wir wollen nun ein sehr einfaches Beispiel modellieren und simulieren.

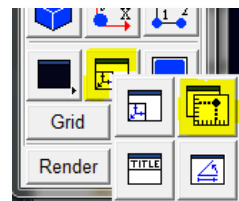
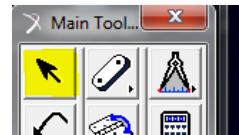
Gegeben sei ein physikalisches Pendel als quaderförmiger Körper mit Schwerpunkt S und Aufhängepunkt A sowie folgenden Eigenschaften:

Länge	$l = 300 \text{ mm}$
Breite	$b = 40 \text{ mm}$
Tiefe	$t = 20 \text{ mm}$
Werkstoff	Aluminium

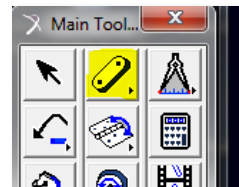
Zum Zeitpunkt t_0 stehe es aufrecht, also genau entgegengesetzt zur Schwerkraft.



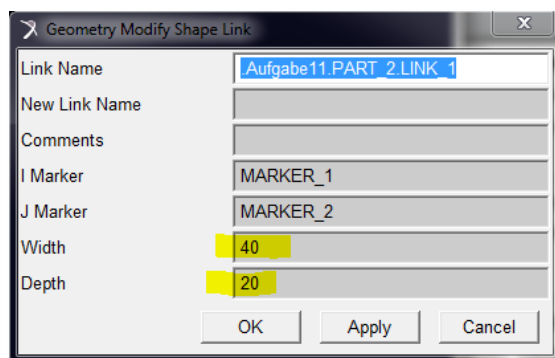
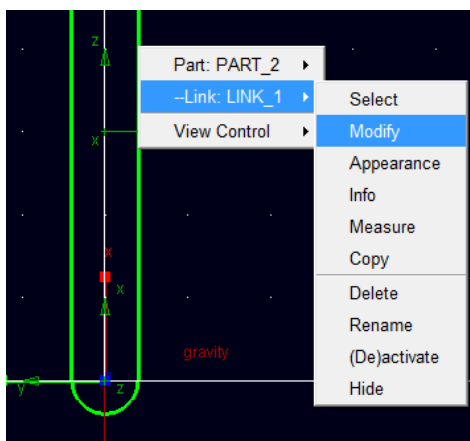
- 1) Im ersten Schritt wollen wir also einen **Körper** erstellen, der vom Ursprung aus senkrecht nach oben steht. Um die richtige Länge leichter steuern zu können, wollen wir uns die aktuellen Koordinaten des Mauszeigers anzeigen lassen: Wir klicken auf die „Select“ Schaltfläche oben links in der Main Toolbox, dann mit der rechten Maustaste auf den Knopf unten mittig, um so auf „Toggle Coordinate Window Visibility“ umzuschalten (siehe Bild).



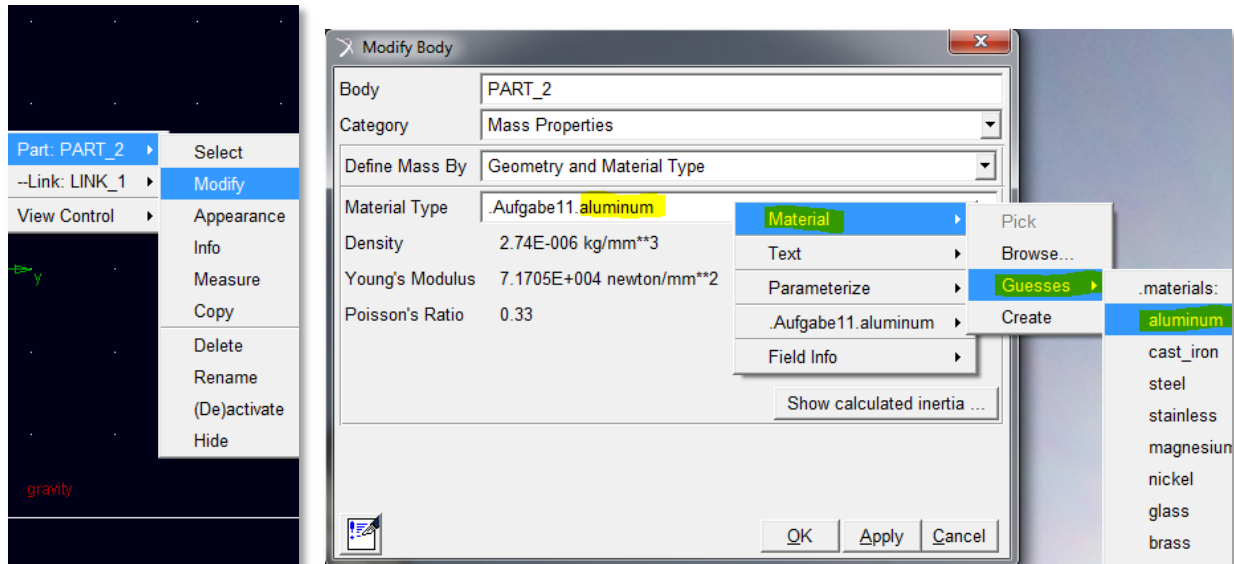
- 2) Nun erstellen wir den Körper als „Rigid Body: Link“. Knopf oben, mittig in der Main Toolbox.



- 3) Den Querschnitt des Körpers kann man prüfen bzw. einstellen, indem man mit einem Rechtsklick auf den Körper und dann im Kontextmenü „-- Link: LINK_1 -> Modify“ wählt. Im anschließenden Dialogfenster können die Werte bei „Width“ und „Depth“ editiert werden.

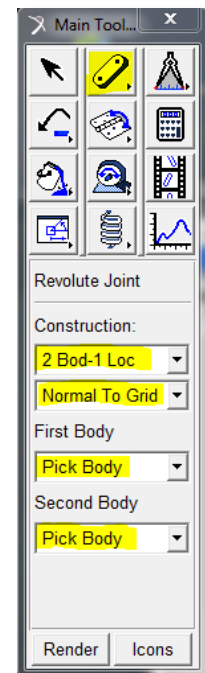


- 4) Anschließend soll der richtige **Werkstoff** zugeordnet werden. Dazu wiederum mit einem Rechtsklick auf den Körper gehen, aber diesmal im Kontextmenü „Part: PART_2 -> Modify“ wählen. Im anschließenden Dialogfenster einen Rechtsklick in das Eingabefeld für „Material Type“ machen und hier den Werkstoff „aluminum“ aus der Werkstoffliste auswählen.

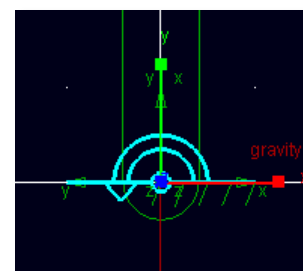


- 5) Wir fügen nun am unteren Ende des Körpers ein **Gelenk** ein, sodass sich das Pendel um die Achse senkrecht zur Ebene (hier die globale z-Achse) drehen kann. Wähle dazu das Element „Joint: Revolute“ (= Scharniergelenk) aus der Toolbox aus und achte darauf, dass folgende Einstellungen aktive sind (gelbe Markierungen im Bild). Folge dann den Anweisungen in der Statusleiste (Main Window, unten).

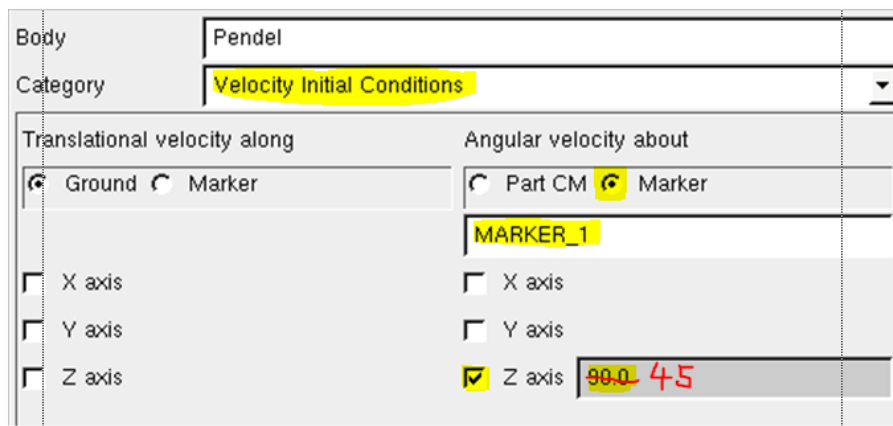
- Als ersten Körper solltest Du durch Anklicken das Pendel auswählen,
- als zweiten Körper die feste Umgebung (ground) durch anklicken des schwarzen Hintergrunds.
- Als „Location“ können zuvor definierte „Marker“ ausgewählt werden. Mit dem Körper vom Typ Link kommen automatisch schon drei Marker mit. Wähle den Marker am unteren Ende des Pendelkörpers aus.



Nun sollte das Gelenksymbol erscheinen (Bild).



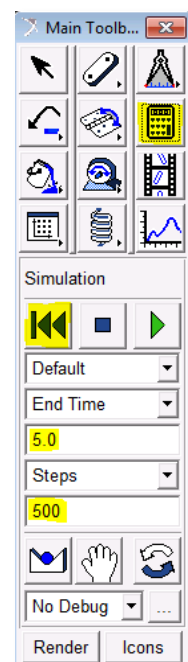
- 6) Bevor wir die Simulation starten, sollten noch **Anfangswerte** verschieden von Null gesetzt werden, sonst könnte das Ergebnis langweilig werden. Dabei ist zu beachten, dass im einfachsten Fall, die konstruierte Lage zur Anfangsposition wird. Diese ist bei uns schon mal keine Nulllage, aber eine Gleichgewichtslage, eine instabile! Was heißt das? Also evtl. mal ausprobieren was passiert, wenn man die Simulation einfach so startet. Im Übrigen wollen wir eine Anfangs-Winkelgeschwindigkeit vorgeben. Diese soll hier $45^\circ/\text{sec}$ betragen und kann in Adams entweder am Körper, also an unserem Pendel, oder am Drehgelenk angegeben werden. In beiden Fällen wählen wir durch Rechtsklick im Menü den Punkt „Modify“ aus. Beim Pendel muss zusätzlich der Drehpunkt (also ein Marker) angegeben werden: Rechtsklick in das weiße Feld, dann „Marker“ und „Pick“ wählen und im Main Window den Marker am Gelenk auswählen. Achtung: Einheiten checken: Main Window → Hauptmenü → Settings → Units.



- 7) Im letzten Schritt vor der Simulation wollen wir das Modell verifizieren, über den entsprechenden Eintrag im Kontextmenü des Info-Knopfs (Main Window, unten rechts).

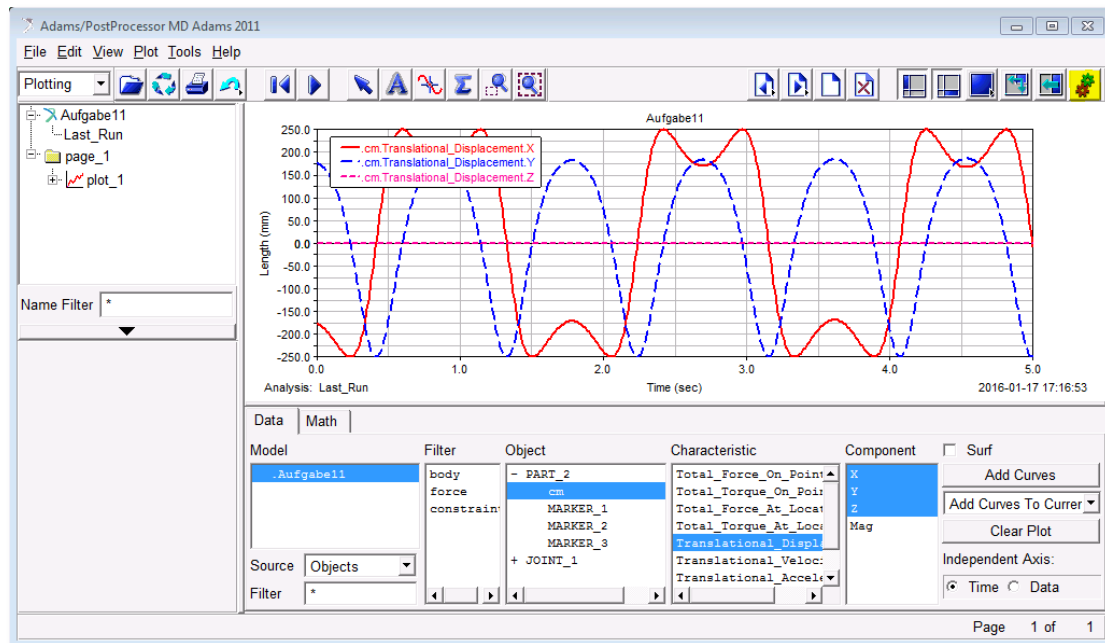
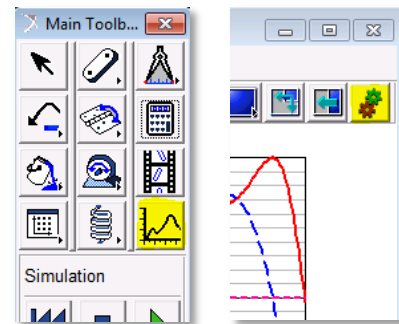
Simulation starten und Animation erstellen

- 8) In der Main Toolbar stellen wir für unsere Simulation die Integrationszeit von 5.0 sec und 500 Zeitschritte ein und starten die Simulation. Wem fällt etwas auf? Was?
- 9) Um erneut eine Simulation starten zu können, müssen wir zuerst die Schaltfläche „Reset to Input Configuration“ [Knopf mit Doppelpfeil nach links] in der Main Toolbox betätigen. Will man sich die Simulation erneut anschauen ist es nicht nötig das Ergebnis erneut zu berechnen. Über die Schaltfläche „Replay last Simulation“ [2 Drehpfeile] oder „Animation“ [Filmsymbol] können wir die letzte Simulation abspielen.
- 10) Spiele auch mal mit den Knöpfen „Find static equilibrium“ [Kugel in v-förmiger Senke] und „Perform drag simulation“ [Hand].
- 11) Wer die Genauigkeit des Integrationsverfahrens erhöhen will, ruft über Doppelklick auf den Knopf [...] die „Simulation Settings“ auf und erhöht die Fehlertoleranz z.B. auf 10^{-6} .



Postprocessing

- 12) Zum Aufrufen des Postprozessor-Moduls drücken wir den Knopf „Plotting“ in der Main Toolbox (siehe Bild). Um dann wieder zur Simulation zurückzukehren, drückt man im Postprozessor-Modul den Knopf mit den zwei Zahnrädchen rechts oben (siehe Bild) oder schließt das Modul einfach.

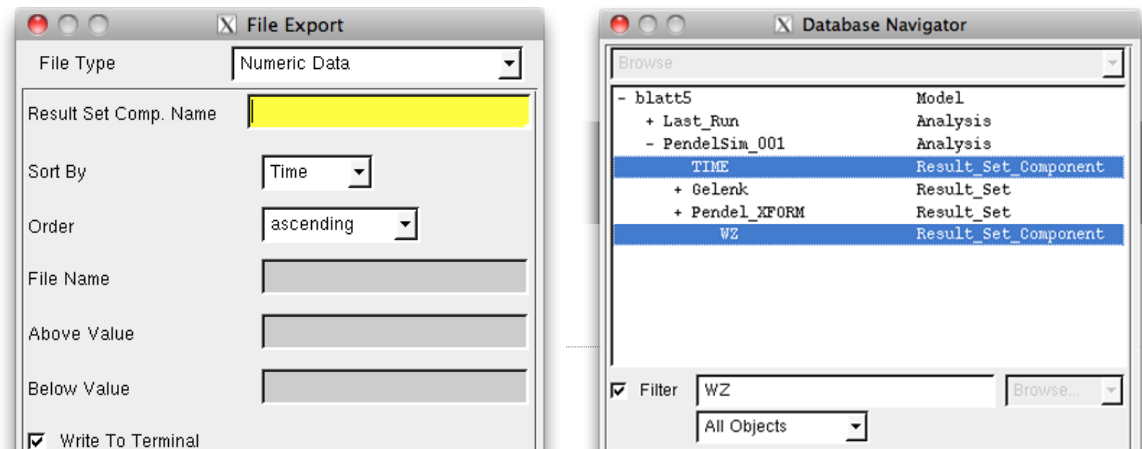


- 13) Mit diesem Postprozessor kann man nun allerlei **Kurven plotten**. Dazu wählt man im unteren Feld „Data“ (von links „Object“ nach rechts „Component“) immer konkreter werdend die zu plottenden Daten aus. Plote ...
- die Winkelgeschwindigkeiten des Pendels und des Gelenks um die z-Achse
 - die Winkelbeschleunigung des Pendels und des Gelenks um die z-Achse
 - die Auslenkung in x-Richtung für die verschiedenen Marker des Pendels
 - die Auslenkung in y-Richtung für die verschiedenen Marker des Pendels
 - Plote was dich sonst noch so interessiert...
 - Plote kinetische und potentielle Energie in einem Diagramm. Was fällt Dir auf? Vgl. mit Frage von Punkt h.

Zusätzliche Hinweise:

- 14) Um **Daten zu exportieren**, gehen wir im Menü auf „File -> Export“ und wählen im Feld „File Type“ das Element „Numeric Data“ aus. Mit Rechtsklick in das im Bild (unten) gelb eingefärbte Feld erscheint ein Menü in dem wir „Result_Set_Component“ und „Browse“ auswählen. Das Abspeichern in eine Datei erfolgt am leichtesten durch Rechtsklick in das Feld „File Name“ und Auswahl von „Browse“ (dann Haken bei „Write to Terminal“ weg-

nehmen). Nun könnten wir die abgespeicherten Daten zum Beispiel mit Matlab oder anderen Programmen weiter bearbeiten.



- 15) Links oben im Postprocessor kann man von „Plotting“ auf „**Animation**“ umstellen. Mit Rechtsklick in die leere Fläche und Auswahl von „Load Animation“ kann man die Simulationen laden, abspielen und mit Hilfe der „Record“ Funktion auch kleine Videos erzeugen.