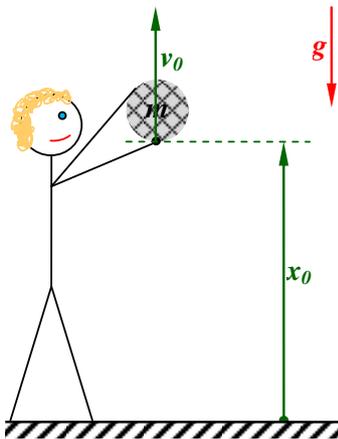


## Übung 3: Ballspiel

### Teil I: Einführung in Anfangswertaufgaben und Differentialgleichungen $n$ -ter Ordnung

- Umschreiben in System von Differentialgleichungen 1. Ordnung.
- Einfache numerische Lösungsverfahren: Euler, Runge-Kutta
- Ordnung und Konvergenz



### Teil II: Junge mit Ball

Wir betrachten einen Jungen, der mit einem Ball spielt. Da der Junge etwas einfältig ist, wirft er den Ball lediglich einmal nach oben und beobachtet seine Flugbahn und wie er auf dem Boden abprallt und wieder nach oben fliegt...

Gegeben:

- Masse des Balls:  $m = 100 \text{ g}$
- Höhe des Balls bei Abwurf:  $x_0 = 1,20 \text{ m}$
- Abwurfgeschwindigkeit:  $v_0 = 5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- Kein Luftwiderstand

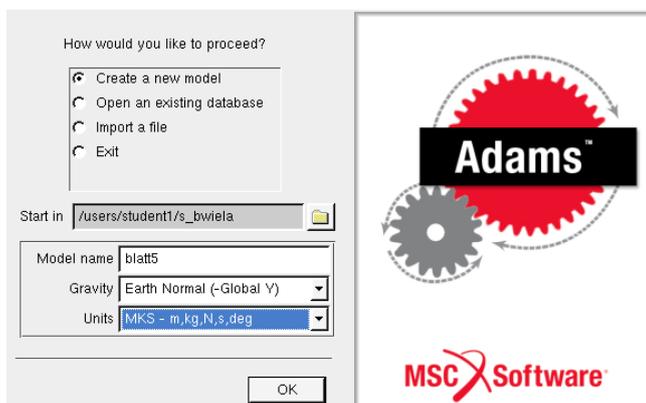
### A. Freier Fall

- Stelle die Differentialgleichung auf, die die Flughöhe des Balls (zumindest bis zum Aufprall auf dem Boden) beschreibt.
- Schreibe die Differentialgleichung in ein System erster Ordnung um.
- Löse das Problem mit Hilfe von Matlab und der Funktion `ode45`. Siehe dazu auch die Matlab Hilfe („doc ode45“ im Command-Window eingeben). Berechne die ersten 1,4 Sekunden. Es gibt wieder einen kleinen Programmrumpf zum Download.

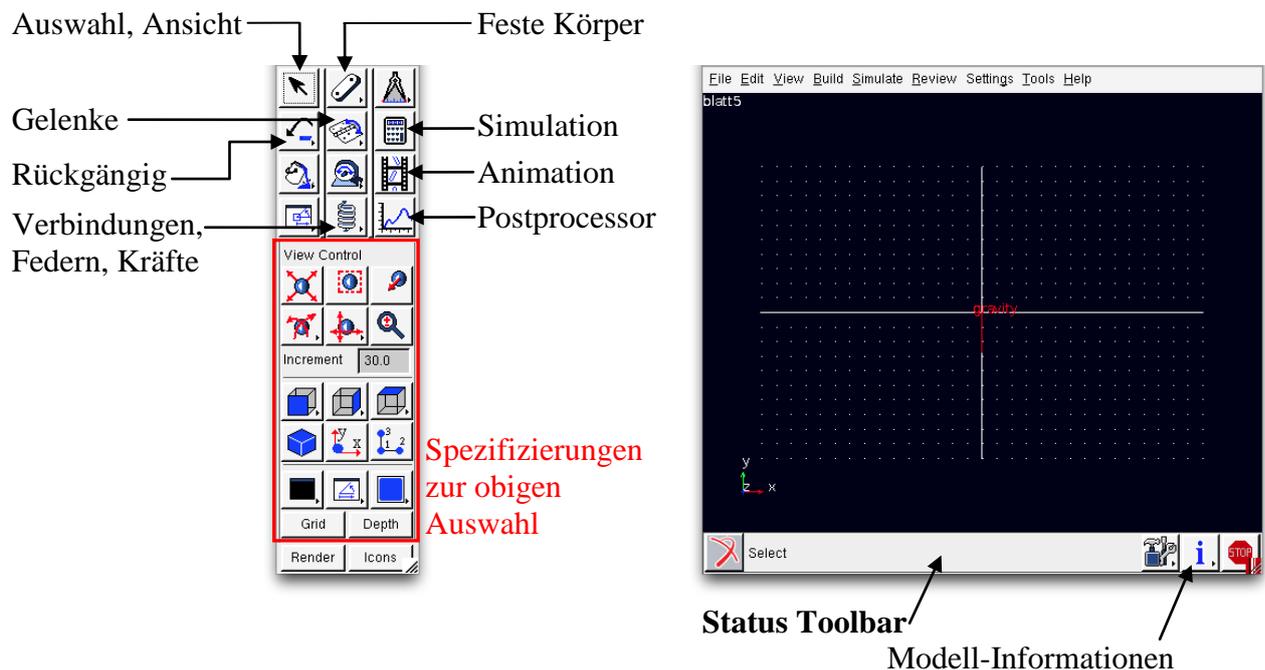
### B. Aufprall mit MSC Adams

#### Starten von Adams/View

- Startet Adams - View in Windows.
- Es öffnet sich Adams mit dem Prompt ein neues Modell zu erstellen. Hier könnt ihr Modellname, Gravitation und Einheiten einstellen.



## Die Main Toolbar (links) und das Main Window (rechts)



Mit einem Rechtsklick auf die Schaltflächen in der **Main Toolbar** öffnet sich eine Liste der verfügbaren Elemente. Wählt man nun ein Element aus erscheinen gegebenenfalls im unteren Teil der Main Toolbar 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 Wohlgestelltheit überprüfen.

### Nützliche Tastaturkurzbefehle

Klickt man mit der rechten Maustaste in das leere Fenster, erscheinen einige Optionen und Tastaturkürzel zu Ansichts-Einstellungen. Die wichtigsten davon sind

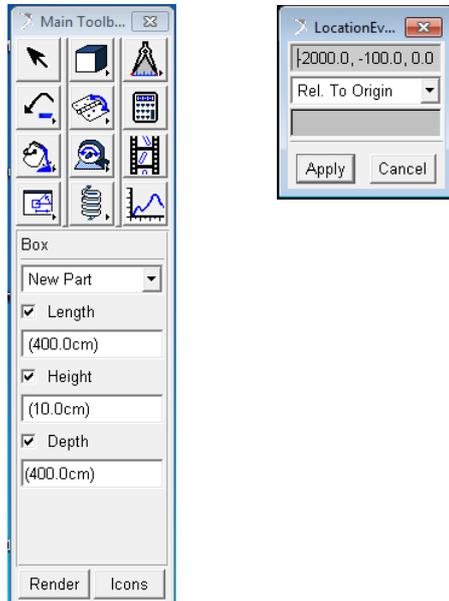
- Rotieren:  $r$
- Verschieben (translate):  $t$
- Zoom:  $z$
- Zoom in ausgewählte Fläche:  $w$
- Ansicht anpassen (fit):  $f$
- Front Ansicht wieder herstellen:  $F$

### Boden erstellen

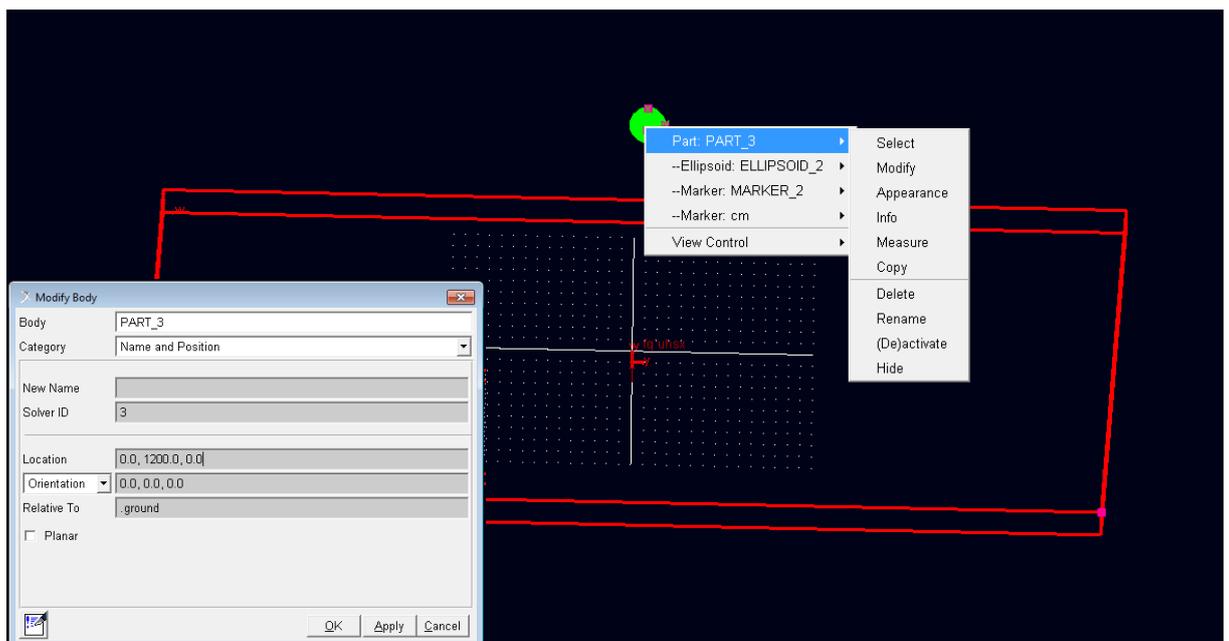
- Im ersten Schritt wollen wir den Boden erstellen, auf dem der Ball aufprallen soll. Wählt hierzu einen Block. Erstellt diesen nicht als „New Part“, sondern „On Ground“. Somit ist

dieser in der von dem Programm definierten Bodenebene fest verankert.

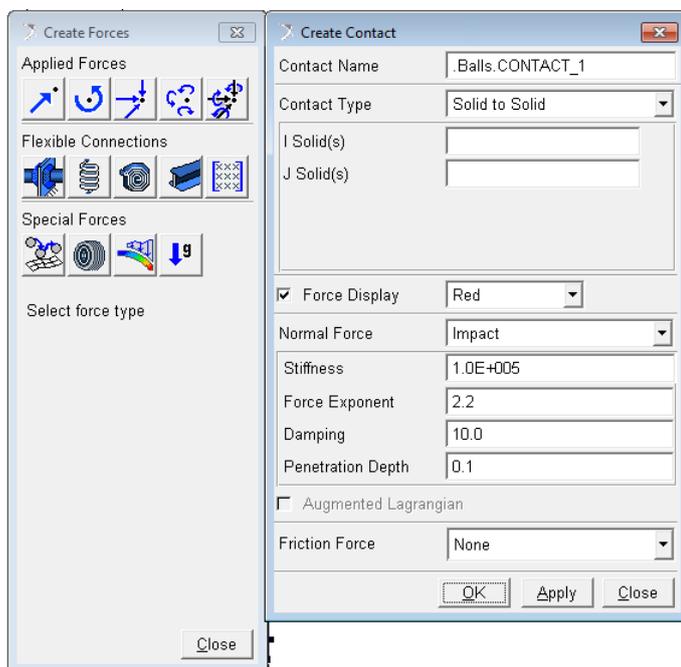
Bei Erstellung solltet ihr die Größe des Blocks vernünftig wählen. Beim Einfügen in das **Main Window** könnt ihr durch Rechtsklick die ein Fenster öffnen, in dem ihr die Koordinaten manuell eingeben könnt.



- 3b. Nun erstellen wir den Ball. Dies ist ein „New Part“, also unabhängig von allen anderen bereits definierten Modellteilen. Platziert den Ball entsprechend entfernt vom Boden. Durch Rechtsklick auf den Ball und wählen von Part: -> Modify könnt ihr Angaben zu den Eigenschaften machen. Ändert die Position so dass sie sinnvoll ist, und gebt dem Ball eine Anfangsgeschwindigkeit nach oben. Das Material kann man hier auch ändern, ist jetzt für unseren Jungen aber nicht notwendig; Der kräftige aber einfältige junge Mann schmeißt heute eben mit einem Stahlball.



- 3c. Versucht nun eine Simulation durchzuführen. Was passiert?
- 3d. Wir müssen also eine Interaktion zwischen dem Ball und dem Boden definieren. Dazu definieren wir einen „Impact“ (also Aufprall) zwischen Ball und Boden. Wählt Build -> Forces, und definiert eine „Contact Force“ zwischen Ball und Boden.



- 3e. Simuliert den Ball nochmal, ändert dazu die Simulationsschritte und erstellt eine schöne Simulation. Was muss man an den Kontakt Einstellungen ändern, damit der Ball Springt? Was könnten die verschiedenen Optionen bedeuten?
- 3f. Die erstellte Simulation kann jederzeit als Animation wieder abgespielt werden.

## Postprocessing

- 5a. Wenn eure Simulation läuft können wir uns im Postprocessor Plots erstellen lassen. Wählt von der **Main Toolbar** „Plotting“ aus.
- 5b. Im unteren Teil des Fensters lassen sich verschiedene Daten auf den Plot zufügen. Spielt ein wenig damit rum, und erstellt ein paar Plots.
- 5c. Ändert die Simulationsparameter, und schaut, wie sich diese auf eure Ergebnisse auswirken. Ihr könnt dem Ball z.B. eine Anfangsrotation geben, oder einen weiteren Körper hinzufügen.