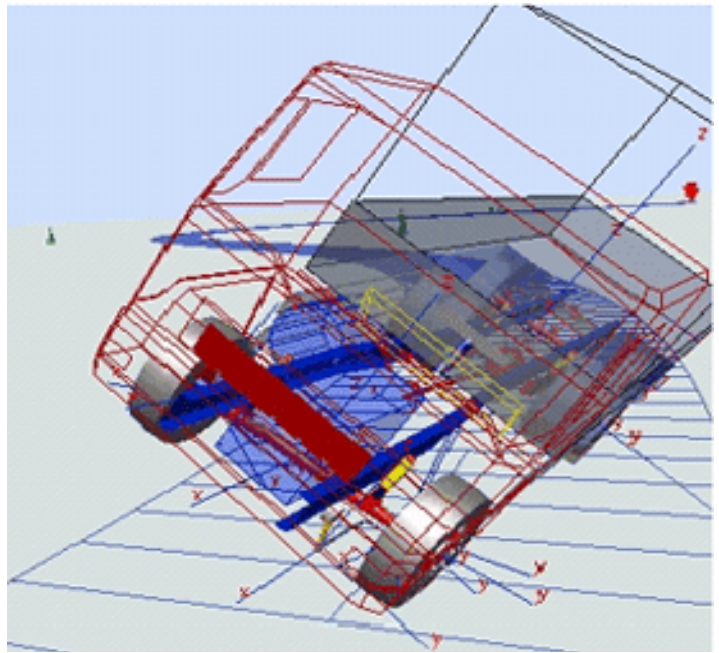




Mechanik-Simulation



Was passiert, wenn... Oder: Damit man schon vorher schlauer ist

Damit Systeme wie Auto, Bahn und Flugzeug einwandfrei funktionieren, werden sie entsprechend „ausgelegt“, d.h. ihre Einzelteile sind stabil und leicht konzipiert, und Elemente wie Federn und Stoßdämpfer werden sorgfältig eingestellt und auf das System abgestimmt. Das geht nicht nach Gefühl und auch nicht durch reines Ausprobieren. Wie viele Autos würden auf nicht ungefährliche Weise zu Schrott getestet, bis das optimale Modell entwickelt wäre?

Simulationsprogramme vereinfachen diese Arbeit. Solche Programme enthalten die physikalischen Gesetze und die mathematischen Methoden. Mit ihrer Hilfe kann man ungefährlich, schnell und ohne großen Aufwand berechnen, wie sich ein System bewegen wird und wann es gefährlich wird.



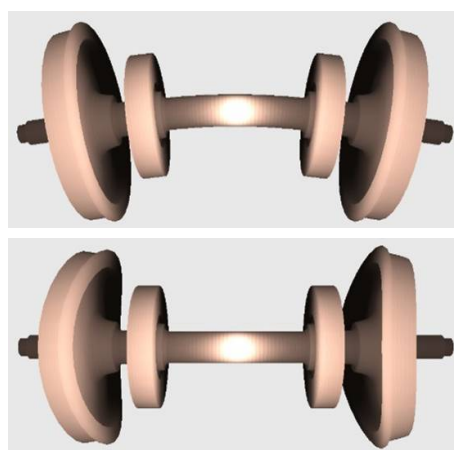
Die Mehrkörpersimulation ist nur eine von vielen Arten von Simulationen. Sie wird überall dort eingesetzt, wo man sich für die Bewegung eines Systems und für die damit verbundenen Kräfte interessiert.

Ursprünglich wurden Computerprogramme zur Simulation von Mehrkörpersystemen für Probleme in der Luft- und Raumfahrt entwickelt, also z.B.: Wenn man einen Satelliten auf eine bestimmte Bahn bringen will, wie lange muss dann welches Triebwerk (das ja die Kräfte auf den Satelliten erzeugt) brennen, damit der Satellit genau dort ankommt, wo man ihn haben will? Das geht natürlich nicht ohne Physik und Mathematik, aber ein Computerprogramm für Mehrkörpersimulation kennt die entsprechenden physikalischen Zusammenhänge (z.B. Kraft ist gleich Masse mal Beschleunigung) und die mathematischen Verfahren. Man muss dem Programm nur sagen, wie das System aufgebaut ist – also, aus welchen Bauteilen das System besteht, welche Eigenschaften (Parameter) die Bauteile haben und wie die Teile zusammengebaut sind –, dann erzeugt das Programm automatisch die richtigen Gleichungen und löst sie auch selbst, so dass man sich nicht mehr selbst mit den Rechnungen abmühen muss.

Vereinfacht gesagt funktioniert eine Mehrkörpersimulation so: Auf die einzelnen Körper, also die Bauteile, aus denen das System besteht, wirken Kräfte, die die Körper bewegen. Umgekehrt hängen diese Kräfte von der Lage und der Geschwindigkeit der Körper zueinander ab. Aus diesem Wechselspiel ergibt sich das Bewegungsverhalten des gesamten Systems.

Die Mehrkörpersimulation ist so universell verwendbar, dass sie nicht nur für Flugzeuge, Raketen und Satelliten einsetzbar ist, sondern auch für Systeme wie Autos und Eisenbahnen. Auch diese Systeme müssen sorgfältig ausgelegt werden, damit sie anschließend einwandfrei funktionieren, also z.B. damit eine Eisenbahn nicht entgleist. Beim DLR wurde das Mehrkörperprogramm SIMPACK entwickelt, das heute von vielen Herstellern von Autos und Eisenbahnen eingesetzt wird. Im School_Lab kann man selbst ausprobieren, wie dieses Programm funktioniert, also was man alles eingeben muss.

Die Entwicklung der Simulation ist aber noch längst nicht abgeschlossen: Da die Computer immer leistungsfähiger werden, kann man Systeme auch immer genauer modellieren. Zu den aktuellen Entwicklungen beim DLR zählt die Simulation von Bauteilen, die „in sich“ schwingen, wie etwa rollende Eisenbahn-radsätze oder Brems scheiben für Autos.



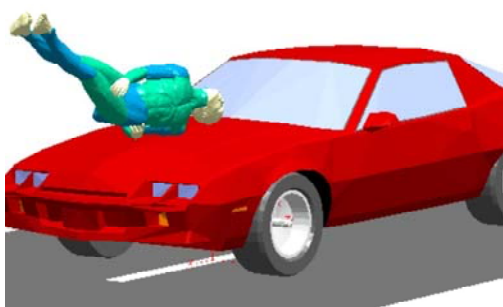
Schwingende Eisenbahn-radsätze



Das DLR_School_Lab

Das DLR School_Lab

Im Experiment „Simulation“ des DLR_School_Lab soll anhand des Simulationsprogramms SIMPACK das gewaltige Potenzial der Simulation im Gegensatz zu einem oftmals aufwendigen Versuch verdeutlicht werden. Besonders wichtig sind Simulationen im Bereich der Ingenieurwissenschaften, weil sie einem viele oftmals kostspielige und gefährliche Fehlversuche ersparen.

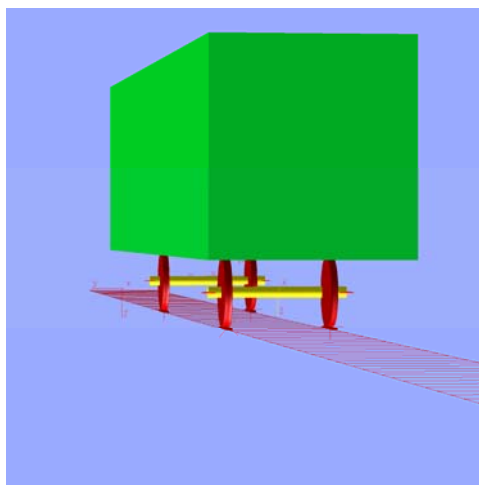


Gefährliche Situationen lassen sich durch ungefährliche Simulationen darstellen.

Simpack:

Mit Simpack besitzt das School_Lab ein professionelles Simulationsprogramm, das vor allem in industriellen Betrieben zum Einsatz kommt. Besonders beliebt ist das Programm in der Autoindustrie, weil sich viele Fahrsituationen am Computer einfach günstiger darstellen lassen.

Aber keine Angst – bevor wir uns an die schwierigen Probleme heranwagen, bekommt ihr eine kleine Einführung in die Bedienung des Programms und könnt euch anhand kleinerer Übungen mit den Kontrollstrukturen vertraut machen. Simpack bietet eine große Auswahl an zu simulierenden Körpern, die alle mit unterschiedlichen Eigenschaften ausgestattet werden können.



Simulationsmodell eines Eisenbahnwaggons

Wer sich an ein realistisches Problem heranwagen möchte, kann selbständig ein Simulationsmodell erstellen, das den Lauf eines Eisenbahnwaggons mit dem charakteristischen „Schlingern“ widerspiegelt. Durch das Verändern von bestimmten Parametern kann man simulieren, was sich wie auf das Schwingungsverhalten auswirkt. So kann man beispielsweise das Gesamtgewicht ändern oder verschiedene Geschwindigkeiten festlegen. Und natürlich kann man auch Situationen simulieren, die man in der Realität besser vermeiden sollte wie zum Beispiel das Entgleisen lassen.



Schüler beim Erstellen einer Simulation.



Fragen zum Nachdenken

In welchen Industriezweigen werden Simulationen bevorzugt eingesetzt?
(Werden Dummies jetzt überflüssig?)

Glossar

Auslegung:

Abstimmung der Parameter aufeinander, damit das System so funktioniert, wie man es sich wünscht.

Mehrkörpersystem:

Modell für ein technisches System wie zum Beispiel ein Auto oder ein Flugzeug. Es besteht hauptsächlich aus Körpern (alle Bauteile, die eine Masse haben) und aus Krafterelementen (z.B. Federn, Dämpfern, Schienenrädern usw.), die mit einander verbunden sind. Die Krafterelemente bewegen die Körper, die wiederum auf die Krafterelemente einwirken (z.B. dadurch, dass eine Feder gespannt oder entspannt wird). Aus diesem Wechselspiel ergibt sich die Bewegung der einzelnen Teile und damit des gesamten Systems.

Modell:

Idealisierte Abbildung der Wirklichkeit. Das kann ein verkleinerter oder vergrößerter Nachbau eines realen Systems wie eines Flugzeugs oder einer Eisenbahn sein, es kann aber auch ein Computerprogramm sein, das genau die gleichen Ergebnisse (z.B. Bewegungen) errechnet, die bei einem realen System auftreten. Entscheidend ist, dass das Modell genau die Eigenschaften, für die man sich interessiert, gut wiedergibt.

Parameter:

Physikalische Größen, die für das Verhalten eines Systems wesentlich sind, z.B. die Härte einer Feder, das Gewicht eines Bauteils oder die Geschwindigkeit eines Fahrzeugs. Manche Parameter sind vorgegeben, z.B. das Gewicht eines Fahrzeugs durch die Nutzlast, die das Fahrzeug befördern soll, andere Parameter (z.B. die Härte einer Feder oder eines Stoßdämpfers) kann man bei der Auslegung verändern.

Schlingern:

Querbewegung eines Eisenbahnwagens im Gleis. Bei kleinen Fahrgeschwindigkeiten bewirkt das Schlingern, dass das Schienenfahrzeug auch ohne Lenkung im Gleis bleibt; bei hohen Fahrgeschwindigkeiten führt das Schlingern bis zur Zerstörung des Gleises. Darum muss ein Schienenfahrzeug sorgfältig ausgelegt sein.