

startdate 06.04.2006

It's a kind of **magic!**

*Wie kommt das **Universum** in die **Nusschale?***

*Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Fachhochschule Bielefeld*

*O Gott, ich könnte in eine
Nusschale eingesperrt sein
und mich für einen König von
unermesslichem Gebiete
halten ...*

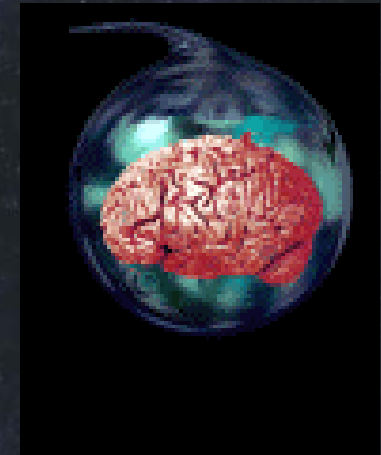
Shakespeare,
Hamlet, 2. Aufzug, 2. Szene

*Obwohl wir Menschen physischen
Einschränkungen unterworfen sind –
mag Hamlet gemeint haben -, können
unsere Gedanken frei und
ungebunden das Universum
erforschen und sich in Regionen
vorwagen, die sogar Star Trek scheut
– soweit es die bösen Träume
zulassen!*

Stephen Hawking, Das Universum in der
Nusschale

Also los!

*Erforschen wir das Universum mit
unseren Gedanken!*



aber wie macht man soetwas ????

Ganz einfach!

Man beobachtet, entwickelt eine Vorstellung, d.h. ein (mathematisches) Modell und versucht damit die Beobachtung zu berechnen und Neues vorherzusagen!



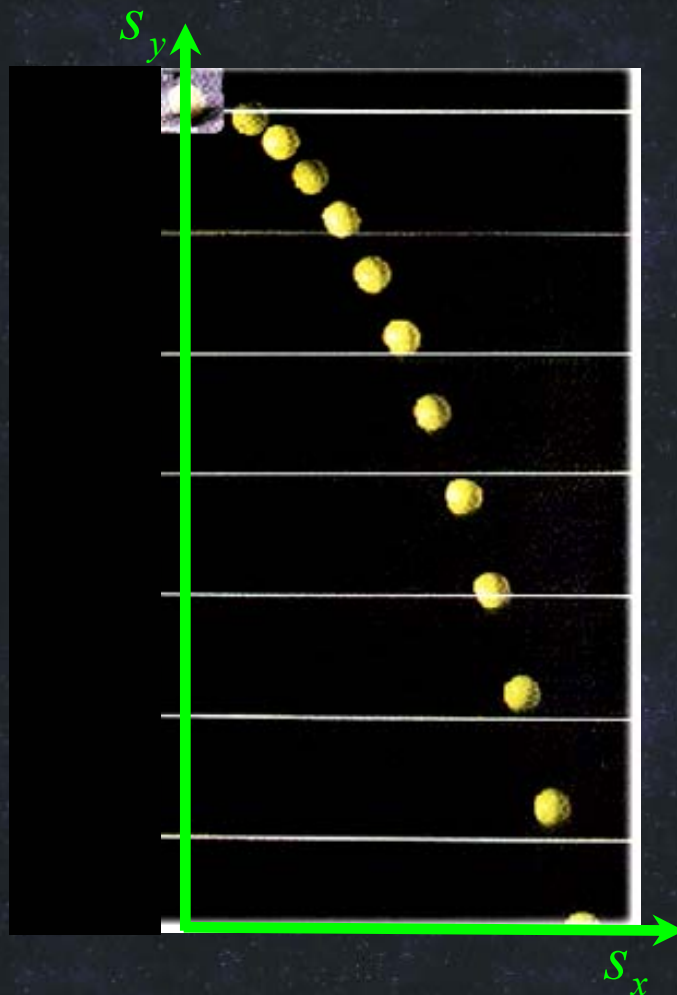
Aller guten Dinge sind drei!

- *Beobachtung*
- *Modellbildung*
- *Berechnung/Vorhersage*

Schritt 1: Beobachtung



Schritt 2: Modellbildung



*Bewegung der Katze
in waagerechter x-Richtung:*

$$s_x = v_0 \cdot t$$

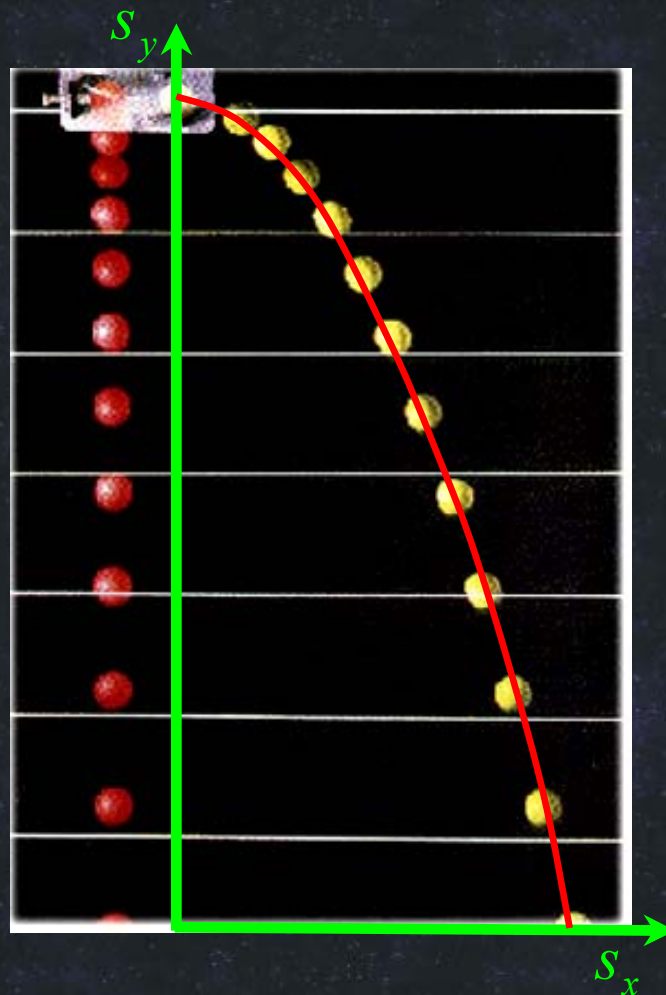
$$v_x = v_0$$

*Bewegung der Katze
in senkrechter y-Richtung:*

$$s_y = h - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$v_y = g \cdot t$$

Schritt 3: Berechnung/Vorhersage



Gleichung der Katzenkurve:

$$s_y = h - \frac{1}{2} \frac{g}{v_0^2} s_x^2$$

Doch Vorsicht!!!

*Bei jedem der 3 Schritte können
einem üble Irrtümer unterlaufen!*

Ein Irrtum bei der Beobachtung

Es war einmal ein Spinnenforscher ...

*Ergebnis: Eine aus der Beobachtung
gewonnene Gesetzmäßigkeit kann
durchaus falsch sein!*

Nur ein Witz??? Keineswegs!

In der Geschichte der Physik hat es tatsächlich mehrere Fälle gegeben, in denen Physiker etwas “falsch” beobachtet haben.

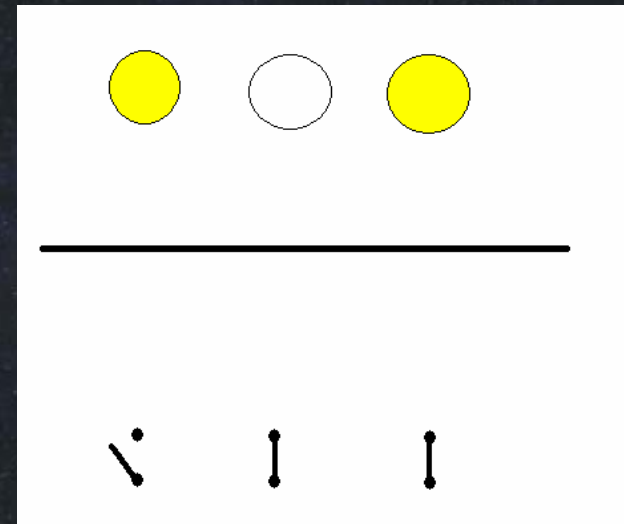
Ein besonders bizarres Beispiel ist die “Entdeckung” der N-Strahlen 1903 (benannt nach der Stadt Nancy) durch den französischen Physiker Blondlot.

Diese N-Strahlen hat es niemals gegeben, aber es gibt etliche wissenschaftliche Publikationen darüber (1903/04)!

Ein Irrtum bei der Modellierung

Sie befinden sich im Keller, dort sind drei Lichtschalter angebracht, die einzeln drei Glühbirnen im Dachboden ein- bzw. ausschalten. Sie dürfen nur einmal vom Keller in den Dachboden laufen.

Wie können Sie herausfinden, welche Glühbirne mit welchem Schalter verbunden ist?



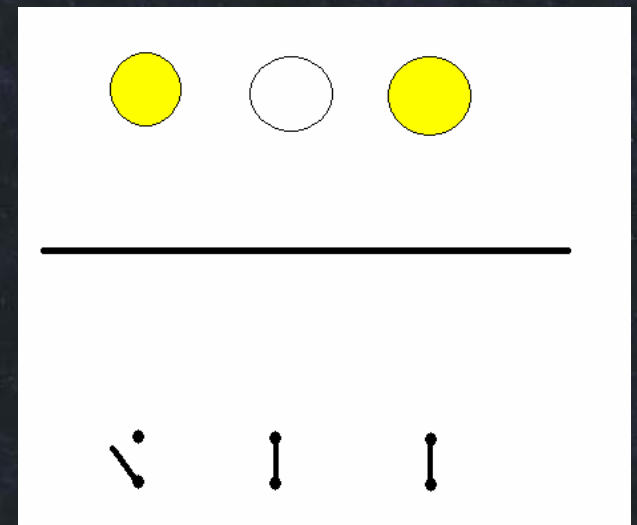
[Quelle: Bernd Oestereich, *Objektorientierte Softwareentwicklung mit der Unified Modeling Language*, Oldenbourg Verlag, 1997]

Ein Irrtum bei der Modellierung

Schlußfolgerung:

Die (intuitive) Interpretation führt zu einem Modell, in dem das System als **eine Menge von Zuständen** beschreibt!

In diesem Fall erscheint die Interpretation als „2-Zustandssystem“ (Lampe leuchtet oder leuchtet nicht) zu genügen.



Ein Irrtum bei der Modellierung

Dieses Modell ist jedoch eine **zu starke Vereinfachung** der Wirklichkeit!

Folge: Das „Gleichungssystem“ ist unterbestimmt (3 Unbekannte und nur 2 Bedingungen), und die Aufgabe damit **nicht lösbar!**

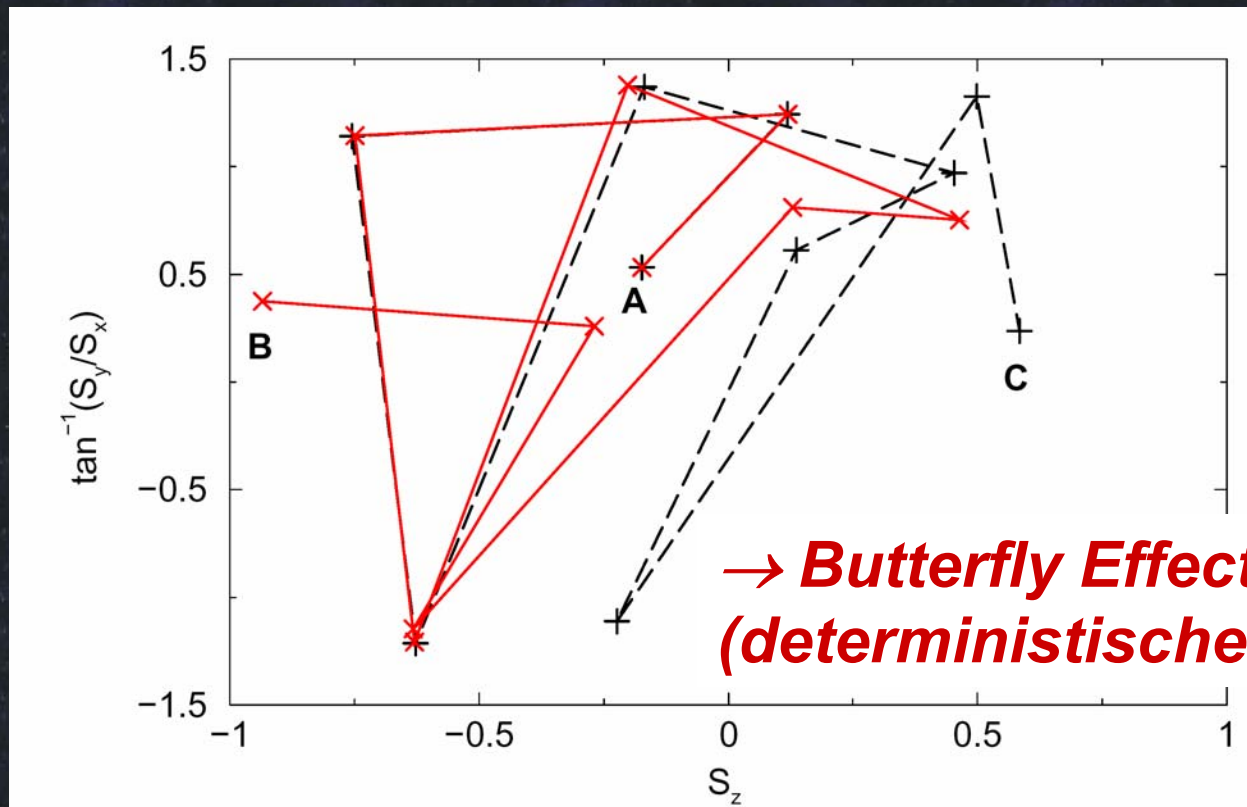
Erst die Erweiterung des Modells um 2 weitere Zustände (warm, kalt) ermöglicht die Lösung der Aufgabe!

„Alles sollte so einfach wie möglich gemacht werden, aber nicht einfacher.“

A. Einstein

Ein Irrtum bei der Vorhersage

Selbst, wenn ein mathematisch korrektes Modell vorliegt, kann es sein, dass man trotzdem keine Vorhersage machen kann!



Eine aktuelle Anwendung:

„Mission to Mars“

Wie schwapppt Treibstoff in einem Tank auf dem Mars im Vergleich zur Erde?

Einzigter Unterschied zwischen Erde und Mars (nur in diesem Modell!):

Die Fallbeschleunigung!

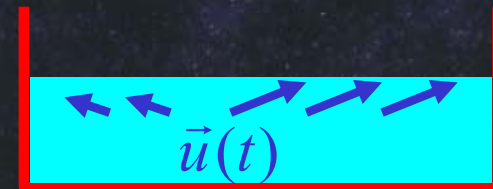
Erde: $9,81 \text{ m/s}^2$

Mars: $3,71 \text{ m/s}^2$



Modellbildung:

Wir benötigen ein Modell, das uns das Schwappen, also die Bewegung des Treibstoffs $\vec{u}(t)$ zu jeder Zeit bestimmt, wenn von außen mit einer Kraft $\vec{F}(t)$ gerüttelt wird!



Und hier das Modell:

$$\rho \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + \rho(\vec{u} \cdot \nabla) \vec{u} - \nabla \cdot (-p\vec{I} + \eta(\nabla \vec{u} + (\nabla \vec{u})^T)) = \vec{F}$$

$$\nabla \cdot \vec{u} = 0$$

$$F_x = \rho g \sin(\phi_{\max} \sin(2\pi ft))$$

$$F_x = -\rho g \cos(\phi_{\max} \sin(2\pi ft))$$



Dieses Beispiel zeigt in welchem Dilemma wir uns befinden:

Je wirklichkeitsgetreuer ein Modell werden soll, desto komplizierter ist seine mathematische Formulierung!

Eine einfache Lösung („Auflösen nach u “) ist dann nicht mehr möglich!

Aber es gibt einen Ausweg!

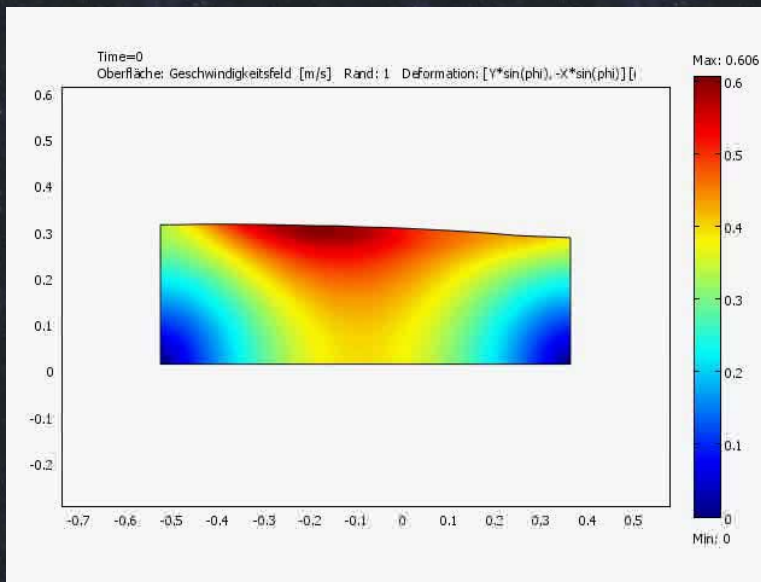
Computersimulationen!



More funny pictures at www.afunworld.com

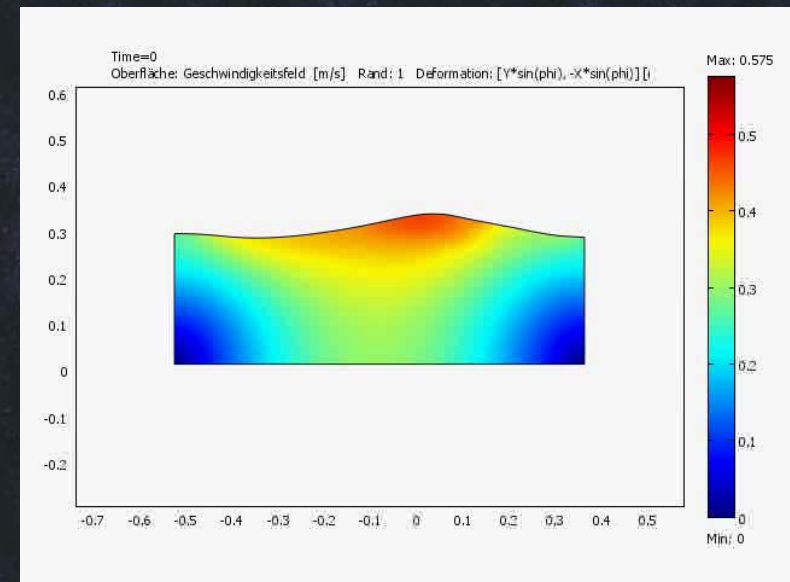
„Mission to Mars“

Ergebnis einer Computersimulation berechnet mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM)



Erde

($g=9,81 \text{ m/s}^2$)



Mars

($g=3,71 \text{ m/s}^2$)

Neues Dilemma!

Je wirklichkeitsgetreuer (und damit komplexer) ein Modell ist, desto **aufwendiger** wird seine Simulation mit dem Computer!

Lösung:

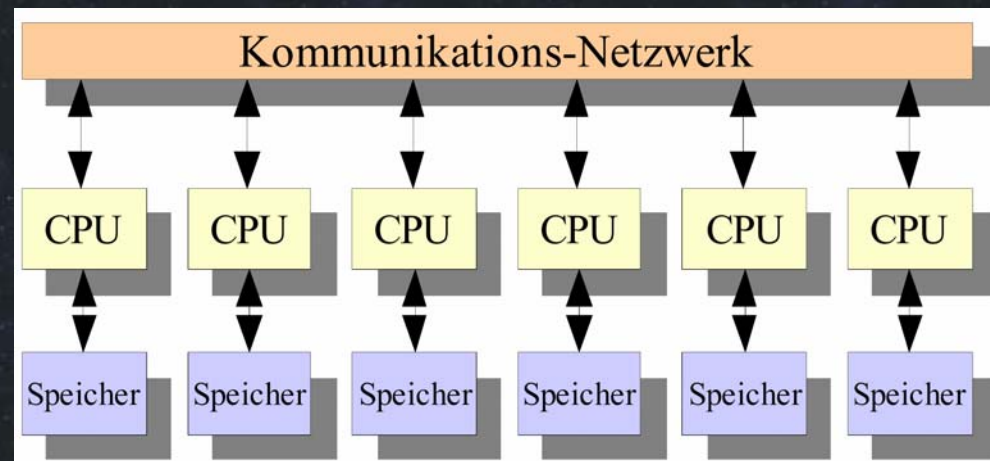
Statt auf *einem* Computer zu rechnen, verteilt man die Simulation auf *viele* Computer, die **parallel** an dem Problem arbeiten!

Das Prinzip:

Der gute alte 3-Satz: Wenn ein Rechner 10 Tage für die Simulation benötigt, wieviel Zeit benötigen dann 10 Rechner? 😊

Wie geht man dabei vor?

1. Vernetzung von Rechnern! Bildung von „Clustern“.



2. Public Resource Computing

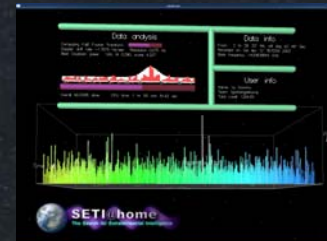
Das Prinzip

1. Freiwillige spenden private Rechenzeit für wissenschaftliche Projekte
2. „Verteiltes Rechnen“ über das Internet

Bekanntes Projekt

1. SETI@home

- i. 600.000 teilnehmende Rechner weltweit
- ii. 170 TeraFLOPS (2 x 2. Platz der TOP500 Liste, Stand: Nov. 2005)



Projekt Spinhenge@home (Thomas Hilbig)



Besuchen Sie
uns auf
unserem
Stand!!

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

startdate 06.04.06

Viel Spass auf dem Energietag!!!

Kontakt?

christian.schroeder@fh-bielefeld.de

www.fh-bielefeld.de/fb2/schroeder