

Schreck, lass nach!



WIEDER HABEN SCHRÖDERS KOLLEGEN DAS TELESKOP HEIMLICH AUF DIE SONNE AUSGERICHTET.


*Differentialgleichungen
machen das Leben
leichter!*

*Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder
Fachbereich
Ingenieurwissenschaften und
Mathematik*

 **Fachhochschule Bielefeld**
University of Applied Sciences

Warum Sie heute hier sind



 **Study/ING: Abenteuer Technik**

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Aber,
ich habe eine schlechte
Nachricht für Sie ...



Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Was immer Sie hier einmal
studieren ...



Study/ING: Abenteuer Technik

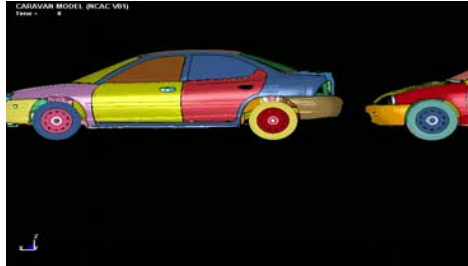
Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Sie kommen nicht drum
herum ...



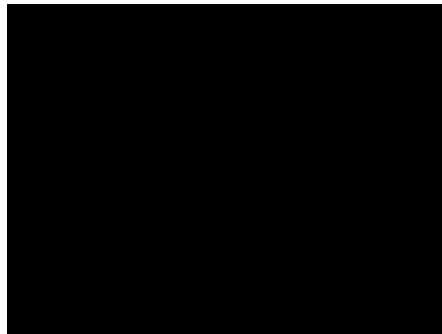
ABER ...

Mathematik kann auch Spaß machen!



ABER ...

Mathematik kann auch Spaß machen!



Mathematik kann auch Spaß machen 😊



Finite element analysis and a high isotactic polypropylene homopolymer...

Ove Arup and Partners' Advanced Technology Group



Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Designing the Perfect Bra!

- Ergebnis einer Studie: 70% aller Frauen tragen einen BH, der **nicht passt!**
- Grund? Ein BH müsste für jede Frau **individuell** gefertigt werden.
- **Große Herausforderung** für Hersteller!



Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Designing the Perfect Bra!

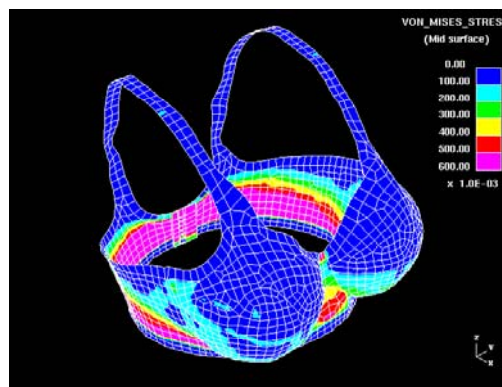
- Die Ingenieure der Firma Arup verwendeten **Finite Elemente Simulationen**, um das dynamische Verhalten eines BHs zu analysieren!
- Dazu wurde eine Frau eingescannt und der BH wurde mit Hilfe von **Simulationen** konstruiert, die man **zur Berechnung von Airbags und Sicherheitsgurten in Autos** verwendet.
- In dem **Modell** hat man vertikale Beschleunigungen verwendet, die **eine Frau beim joggen oder schnellen gehen** simulieren sollen.



Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Designing the Perfect Bra!



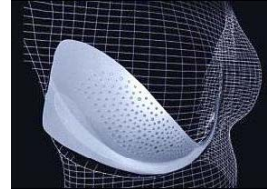
Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Designing the Perfect Bra!

Ergebnisse

- Größere Brüste neigen zu „Ost-West“-**Bewegungen**, während der BH sie konstruktionsbedingt zu **Nord-Süd“-Bewegungen zwingt**.
- Die resultierenden Kräfte führen zu **verstärkter Reibung und Irritationen**.
- Dies führte zur Entwicklung von „**Bioform**“, einem großen Polymerkissen, das die Probleme beseitigt hat!



Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Was hat das mit
Differentialgleichungen zu
tun?



Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Grundlage solcher Simulationen sind ...
Differentialgleichungen!!!



$$dS = \frac{\partial H}{\partial \dot{S}_i} d\dot{S}_i + \frac{\partial H}{\partial S_i} dS_i + \sum_{j=1}^n \sigma_j(S) \otimes dW_j$$

$$\frac{dw_1}{dt} = \alpha_1 \left(\frac{\partial H}{\partial \dot{S}_1} \right) \cdot \dot{S}_1 + \dots$$

$$\frac{dw_2}{dt} = \alpha_2 \left(\frac{\partial H}{\partial \dot{S}_2} \right) \cdot \dot{S}_2 + \dots$$

$$dW_j = f_j(t) dt$$

$$\text{heat} \cdot \vec{S}_i$$



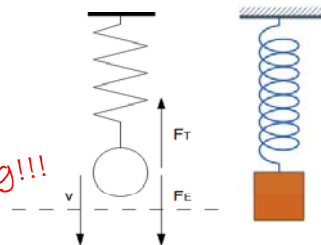
Warum ist das so???

- Alle wichtigen physikalischen Gesetzmäßigkeiten werden mit Hilfe von Differentialgleichungen beschrieben!!!

Beispiel: Federpendel ... Man nehme

1. Federkraft: $F_E = D \cdot x$
2. Trägheitsgesetz: $F_T = m \cdot a = m \cdot \ddot{x}$
3. actio=reactio: $m \cdot \ddot{x} = -D \cdot x$

Tataaaa! Eine Differentialgleichung!!!



Was ist eine Differentialgleichung???

Algebraische Gleichung

- Gegeben ist: $x + 32 = 42$
- Gesucht ist die **Zahl** x
- Lösungsmethode:
 - Auflösen der Gleichung nach x
- Ergebnis: $x = 10$



LANGWEILIG!!

Differentialgleichung

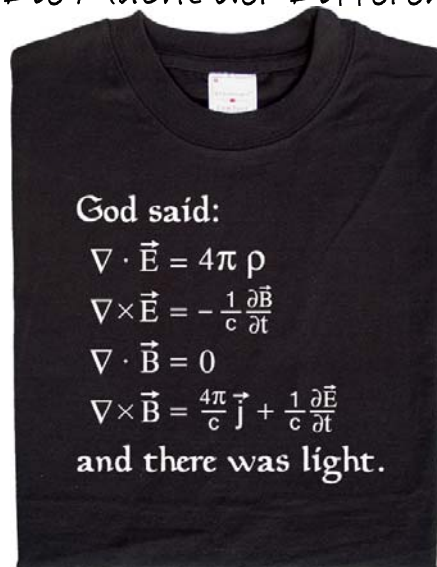
- Gegeben ist: $m \cdot \ddot{x} = -D \cdot x$
- Gesucht ist die **Funktion** x (von t)
- Lösungsmethode:
 - Auflösen nach x ???? Geht nicht!
- Differentialgleichungen werden durch **Integration** (Brrrrr) oder Raten gelöst!



Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Die Macht der Differentialgleichungen



God said:

$$\nabla \cdot \vec{E} = 4\pi \rho$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

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

$$\nabla \times \vec{B} = \frac{4\pi}{c} \vec{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

and there was light.

- Hierbei ist $\nabla = \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial z} \end{pmatrix}$

- Die Maxwell-Gleichungen bilden die Grundlage für die **gesamte** Elektrotechnik!!!



Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Differentialgleichungen machen das Leben leichter

Lösung einer Differentialgleichung am Beispiel einer
weltbewegenden Frage ...

Sie kommen nach einem anstrengenden Arbeitstag nach Hause und möchten ein kühles Bier genießen. Leider haben Sie vergessen die Bierflasche in den Kühlschrank zu stellen.

Was tun?? Die Flasche für 10 Minuten in den Kühlschrank oder in die Gefriertruhe legen?

Kann man berechnen was besser ist???



Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Differentialgleichungen machen das Leben leichter

- Interessanterweise lässt sich das Problem durch eine einzige Differentialgleichung, die sog. **Wärmeleitungsgleichung**, beschreiben:

$$D \cdot \Delta T(\vec{x}, t) = T(\vec{x}, t)_t$$

- Hierbei ist D die **Temperaturleitfähigkeit** (von Bier).
- $T(\vec{x}, t)$ ist die **Biertemperatur** am **Ort** \vec{x} irgendwo innerhalb des Biers (oder auch in der Flasche!) zur **Zeit** t .
- Δ beschreibt die 2. **Ortsableitung** (Laplace-Operator)

$$\Delta T(\vec{x}, t) = \frac{\partial^2 T(\vec{x}, t)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T(\vec{x}, t)}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T(\vec{x}, t)}{\partial z^2}$$

- $T(\vec{x}, t)_t$ beschreibt die 1. **Zeitableitung** $T(\vec{x}, t)_t = \frac{\partial T(\vec{x}, t)}{\partial t}$
- Typ: Parabolische Partielle Differentialgleichung



Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Differentialgleichungen machen das Leben leichter

Wie löst man diese DGL??

- Im Allgemeinen (insbesondere für 2D oder 3D Probleme) nur noch **numerisch** lösbar!
- z.B. per **Finite Elemente Methode** und der Verwendung entsprechender Software!
- Und das geht dann so ...

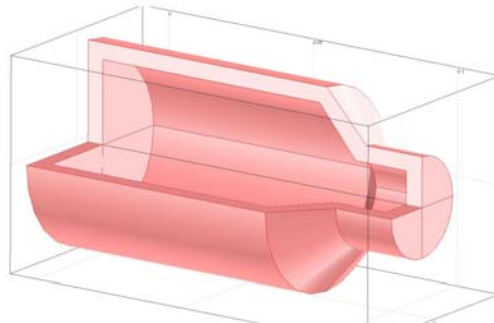


Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Differentialgleichungen machen das Leben leichter

Zunächst muss die **Flasche** (d.h. das „Gebiet“ auf dem die DGL gelöst werden soll!) im Computer **modelliert** werden...



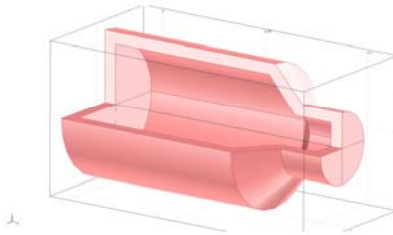
Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Differentialgleichungen machen das Leben leichter

Dann müssen sog. **Anfangs- und Randbedingungen** definiert werden

- **Anfangs**temperatur vom Bier und der Flasche (20°C)
- **Außenrand**temperatur der Flasche (8°C bzw. -18°C)

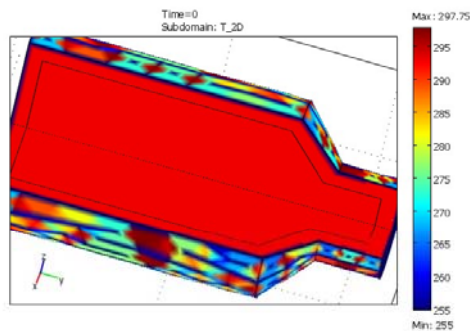


Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Differentialgleichungen machen das Leben leichter

Schließlich kann man sich quasi **per Knopfdruck** den **Temperaturverlauf** (in Raum und Zeit) berechnen lassen!

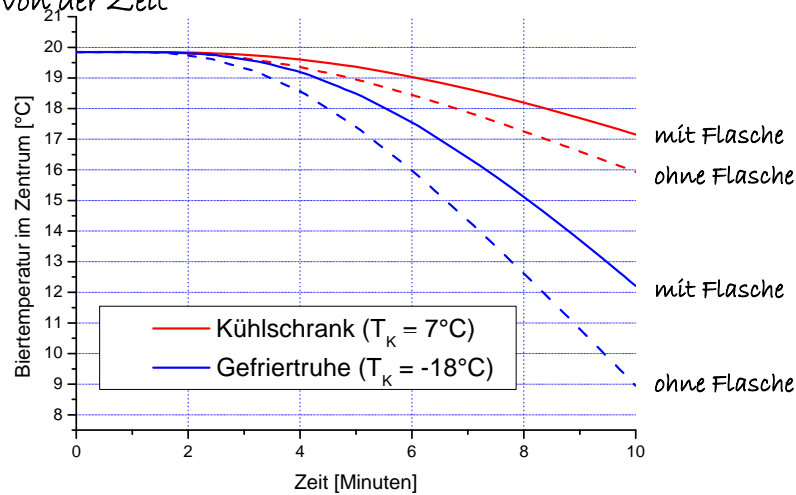


Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Differentialgleichungen machen das Leben leichter

Temperaturverlauf im Zentrum der Flasche in Abhängigkeit von der Zeit



Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Und zu guter Letzt 😊

sueddeutsche.de

Panorama

02.09.2003 09:49 Uhr



Eheformel

Die Differentialgleichung der Liebe

Ein Mathematiker und ein Beziehungsforscher wollen die endgültige Partnerschaftsformel entdeckt haben.

Von Max Rauner



Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Sie möchten sich
mit diesen Dingen
endlich
beruflich
beschäftigen?
Dann kommen Sie
zu **UNS!**



Bachelor-Studium (B. Eng.)
z.B. *Technische Informatik*
(7 Semester)

Master-Studium (M. Sc.)
Optimierung und Simulation
(3 Semester)

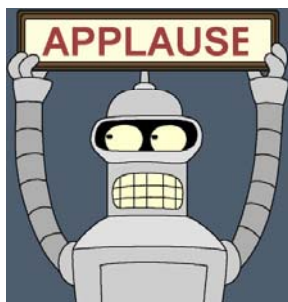
*Besuchen Sie auch das Schnupperpraktikum
„High Performance Computing“ in L263*



Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Fragen???

christian.schroeder@fh-bielefeld.de



Study/ING: Abenteuer Technik

Prof. Dr. rer. nat. Christian Schröder