

## Vortragsthemen

Nachfolgend finden Sie eine Liste mit Themenvorschlägen, die aus verschiedenen Anwendungsbereichen stammen. Die Themen werden am Anfang des Semesters vergeben.

Wenn Sie einen eigenen Themenvorschlag für ihren Vortrag machen möchten, wenden Sie sich einfach an Jochen Glück.

### Themenvorschläge aus dem Bereich Biologie

(i) **Populationsdynamik: Räuber-Beute-Modelle.**

Zur Modellierung einer Räuber-Beute-Population werden häufig die Volterra-Lotkaschen Differentialgleichungen und Abwandlungen davon verwendet. Im Vortrag sollen solche Modelle vorgestellt werden. In verschiedenen Computersimulationen kann man zum Beispiel aufzeigen, dass sich die Populationen in Abhängigkeit von Umweltparametern entweder zyklisch verändern, oder womöglich die Räuber-Population ausstirbt.

(ii) **Populationsdynamik konkurrierender Spezies.**

Hier soll die Populationsdynamik zweier Spezies modelliert werden, von denen keine die andere jagt, welche aber um dieselbe Nahrungsquelle konkurrieren. In Computersimulationen kann man zum Beispiel veranschaulichen, wie ein System aus zwei konkurrierenden Spezies zu einem Gleichgewicht konvergiert. Außerdem kann man aufzeigen, dass sich eine kleine Änderung im Anfangszustand dramatisch darauf auswirken kann, ob beispielsweise eine der beiden Arten ausstirbt.

(iii) **Modellierung von Epidemien, Immunisierung und Auswirkung von Impfungen.**

Die Ausbreitung einer ansteckenden Krankheit in der Bevölkerung wird in vielen Modellen durch eine Differentialgleichung beschrieben. Um ein gutes Modell der Realität zu erstellen, müssen zahlreiche Parameter berücksichtigt werden, wie z.B. die Zahl von geimpften Individuen, die Immunisierung von bereits erkrankten und wieder genesenen Individuen, etc. Mit Hilfe eines Computers lässt sich der zeitliche Ablauf einer Epidemie auch bei einer hohen Zahl von Parametern simulieren. Unter anderem kann man in solchen Simulationen veranschaulichen, dass die Ausbreitung einer Krankheit kritisch vom Prozentsatz der geimpften Bevölkerung abhängen kann.

(iv) **Dynamik von Virusinfektionen und Immunantwort.**

Die Infektion eines Organismus mit einem Virus kann man mathematisch modellieren, indem man z.B. die Anzahl der freien Viren, der infizierten Zellen sowie der gesunden Zellen mit Hilfe einer Differentialgleichung in Beziehung setzt. Weiterentwickelte Modelle können unter anderem auch die Immunantwort des Organismus berücksichtigen. Mit Hilfe eines Computer kann man die Differentialgleichungen lösen und so den Verlauf einer Virusinfektion simulieren.

## Themenvorschläge aus dem Bereich Physik

(v) **Simulation elektrischer Schaltkreise.**

Ein elektrischer Schaltkreis besteht üblicherweise aus Verbrauchern (= elektrischen Widerständen), Stromquellen, Kondensatoren und Spulen. Stromfluss und Spannung im Stromkreis sind aufgrund von physikalischen Gesetzen durch mehrere Differentialgleichungen miteinander gekoppelt. Durch eine Computersimulation lässt sich das zeitliche Verhalten von Stromfluss und Spannung im Stromkreis vorausberechnen.

(vi) **Simulation eines  $N$ -Körper-Problems.**

Das  $N$ -Körper-Problem ist eines der wichtigsten dynamischen Systeme in der Himmelsmechanik: Es beschreibt, wie sich  $N$  kugelförmige Massen bewegen, die sich durch ihre Gravitation gegenseitig beeinflussen. Es gibt tiefliegende theoretische Resultate über das Langzeitverhalten eines  $N$ -Körper-Systems, die allerdings weit über unser Seminar hinausgehen. Aus diesem Grund soll der Vortrag aus einer Vorstellung des Modells, sowie aus Computersimulationen für typische  $N$ -Körper-Systeme bestehen; beispielsweise können das System aus Sonne, Mond und Erde oder die Bewegungen der Planeten im Sonnensystem simuliert werden.

(vii) **Swing-By-Manöver von Sonden.**

In der Raumfahrt werden Sonden häufig zu Zielen geschickt, die sie direkt von der Erde aus nur erreichen könnten, wenn sie mit einer sehr großen Trägerrakete eine genügend hohe Startgeschwindigkeit erhalten würden. Um dieses Problem zu lösen, werden Swing-By-Manöver verwendet: Dabei passiert die Sonde einen der naheliegenden Planeten wie Mars oder Venus, und wird beim Vorbeifliegen beschleunigt, da der Planet die Sonde mit seiner Gravitation „mitzieht“. Im Vortrag soll die Flugbahn von Sonden simuliert werden, die Swing-By-Manöver durchführen.

(viii) **Simulation von Satelliten-Bahnen im Erd-Potential.**

Nähert man die Erde als exakt kugelsymmetrisch an (und vernachlässigt den Einfluss anderer Himmelskörper in Erdnähe), dann lässt sich der Orbit eines Satelliten leicht mit Hilfe einer Ellipse beschreiben. Tatsächlich ist die Erde aber weder genau eine Kugel, noch ist ihre Masse genau gleich verteilt. Deshalb müssen zur Berechnung von Satelliten-Bahnen genauere Daten über das Gravitationsfeld der Erde verwendet werden. Im Seminarvortrag soll ein einfaches Beispiel für ein genaueres Modell der Erde betrachtet werden: Die Erde wird hierbei als Spheroid (d.h. als etwas abgeflachte Kugel) beschrieben und der Orbit eines Satelliten im Gravitationsfeld eines solchen Spheroiden simuliert. Das Ergebnis kann man mit der Ellipsenbahn vergleichen, die man für eine exakt kugelförmige Erde erhalten würde.

## Themenvorschläge aus dem Bereich Chemie

(ix) **Zeitlicher Ablauf chemischer Reaktionen.**

Die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion hängt von der Konzentration der beteiligten Reaktanten ab. Deshalb lässt sich der Ablauf einer solchen Reaktion durch eine Differentialgleichung beschreiben. Diese

Differentialgleichung ist hochgradig nicht-linear und kann meist nur am Computer gelöst werden. Im Vortrag sollen Computer-Simulationen für den Ablauf verschiedener chemischer Reaktionen vorgeführt werden.

(x) **Potentialmodelle in der Moleküldynamik.**

In der Moleküldynamik werden einzelne Teilchen betrachtet, die durch ein Potential miteinander wechselwirken. Dabei kann man sowohl die Wechselwirkung von einzelnen Atomen innerhalb eines Moleküls betrachten als auch die Wechselwirkung von verschiedenen Molekülen untereinander. Die Bewegungen der Atome und Moleküle werden mit Hilfe von dynamischen Systemen beschrieben, die man am Computer integrieren kann. Man kann somit die Bewegung der einzelnen Teilchen simulieren. Im Vortrag sollen Beispiele für solche Simulationen vorgeführt werden.

**Themenvorschläge aus dem Bereich Wirtschaftswissenschaft**

(xi) **Dynamik von Preis- und Mengenanpassung auf einem Ein-Güter-Markt.**

In einem einfachen wirtschaftlichen Modell betrachten wir einen Markt, auf dem nur ein einzelnes Gut gehandelt wird. Makroökonomische Theorien sagen dann üblicherweise aus, dass der Preis und die Gütermenge auf diesem Markt sich in einem Gleichgewicht befinden, das sich aus Angebot und Nachfrage ergibt. In diesem Vortrag soll ein Modell behandelt werden, das etwas weitergeht und die Entwicklung von Preis- und Gütermenge durch eine Differentialgleichung modelliert. Um die Konvergenz zum einem Gleichgewichtspreis und einer Gleichgewichtsmenge zu untersuchen, kann man das Verhalten von Preis und Gütermenge mit Hilfe einer Computersimulation beobachten.

**Bemerkungen** Die Vorträge sollen je knapp 90 Minuten dauern. Jeder Vortrag behandelt die Modellierung und Simulation eines bestimmten dynamischen Systems und soll die folgenden Teile enthalten:

- Eine Einführung in die mathematische Modellierung des Systems.
- Die Vorführung von Computersimulationen zu diesem Modell.
- Eine Diskussion des qualitativen Lösungsverhaltens anhand der Computersimulation und ein Vergleich mit theoretischen Resultaten / Vorhersagen.

Zur Einarbeitung in das Thema stellen wir Ihnen am Anfang des Semesters Literaturvorschläge zu Ihrem Thema bereit. Während der Vorbereitung Ihres Vortrags können wir genauer absprechen, wie Sie ihren Vortrag aufbauen, und welche Computersimulationen Sie im Vortrag zeigen.