

Name: Maximilian Burger (2410454001)

Aufwand (h): 4

Punkte:

Task 1 (16 pt): Modeling and Simulation: Theory...

Describe in own words and using references from the literature (which should be cited correctly):

- Deductive modeling
- Inductive modeling
- Model Based Problem Solving, including
 - Modeling
 - Abstraction
 - Idealization
 - Simplification
 - Aggregation
- Continuous modeling & simulation
- Discrete modeling & simulation
- Control circuits

Total pages estimation: 3 ± 1 ; content is more important than word count! Make sure a colleague with computer science background could understand the concepts. Figures help a lot - but don't just copy them, cf. public discussion about plagiarism!

Task 2 (8 pt): ... and a bit of Practice

Model and simulate the time course of the water volume of the pond discussed in the lecture: 5% of the water are lost each hour, initially there are 100,000l, and there is an optional inflow of 1000l/h. Show figures of the results. In how far does the implementation of the simulation change results?

General remark: Make sure that you can present your submitted examples in the lecture.

Task 1 (16 pt): Modeling and Simulation: Theory...

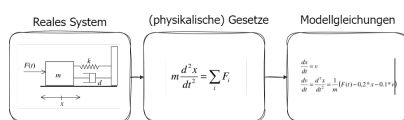
Deduktive Modellierung

Deduktive Modellierung beschreibt die Modellbildung aufgrund von Einsicht und Kenntnissen über das System.

Diese beruhen auf:

- Gesetzen und Prinzipien
- Grundlagen und Lehrmeinungen
- Wissen über die Systemstruktur

Allgemein gültige Gesetze und Kenntnisse werden zu für den Anwendungsfall spezifischen Modellen übergeführt.

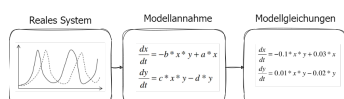


Induktive Modellierung

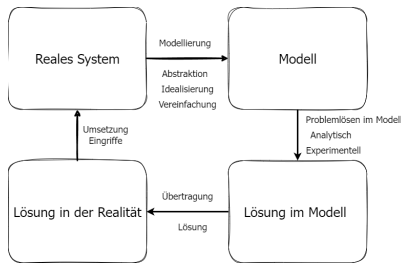
Bei induktiver Modellierung wird das Modell aufgrund von Annahmen, Beobachtungen und grundlegenden Modellierungsansätzen erstellt. Es werden Theorien und Hypothesen aufgestellt.

Vorgehen bei induktiver Modellierung

- Welche Größen des Systems sind für die Modellbildung relevant?
- Aufstellen welche Zusammenhänge zwischen den Modellgrößen bestehen
- Finden von Rückkopplungskreisen
- Finden von grundsätzlichen Modellgleichungen für die Modellbildung
- Identifikation der relevanten Parameter zu bestmöglichen Systemabbildung



Modellbasiertes Problemlösen



Innerhalb der Modellwelt erfolgt die Lösung der Aufgabe. Das Problem kann durch Experimentieren mit dem Modell oder durch die Anwendung mathematischer Verfahren und Theorien erfolgen.

Modellierung

Für ein reales System wird ein Modell gebildet. Es kann sich dabei um künstliche oder natürliche Systeme handeln, welche bereits existieren oder nur geplant sein können.

Abstraktion

Abstraktion ist der Prozess, bei dem die Details eines Systems oder eines Objekts ausgeblendet werden, um sich auf die wesentlichen Aspekte zu konzentrieren. Dabei werden unwichtige Details ausgeklammert, sodass man nur das betrachtet, was für das aktuelle Problem relevant ist.

Idealisierung

Idealisierung beschreibt die Vereinfachung eines Modells oder einer Theorie, indem man bestimmte reale Bedingungen ausklammert oder vereinfachte Annahmen trifft. Dies dient dazu, komplexe Systeme leichter analysieren zu können, auch wenn die Realität komplexer ist.

Vereinfachung

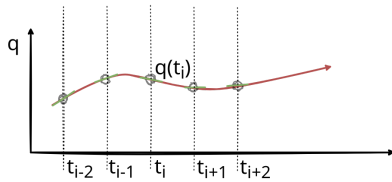
Vereinfachung geht noch einen Schritt weiter als Abstraktion oder Idealisierung, indem sie gezielt komplexe Details entfernt, um ein Modell zugänglicher oder leichter verständlich zu machen. Dabei nimmt man bewusst in Kauf, dass bestimmte Informationen verloren gehen oder dass das Modell weniger präzise ist.

Aggregation

Aggregation bedeutet, dass mehrere Einheiten oder Informationen zu einem Ganzen zusammengefasst werden. Durch die Zusammenführung von Daten oder Objekten entstehen oft neue Bedeutungen oder Muster, die im Detail nicht sichtbar wären.

Kontinuierliche Modellierung und Simulation

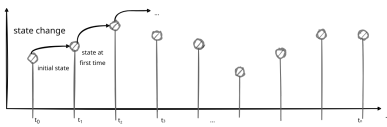
Die Modellierung erfolgt in Modellformalismen, das sind grundlegende Simulationsansätze, die sich hauptsächlich in der Modellierung der Zeit unterscheiden.



Kontinuierliches (stetiges) Verhalten wird mittels Differentialsystemen modelliert. Bei der Simulation kommt numerische Integration zum Einsatz. Um von einem Stützpunkt zum nächsten rechnen zu können, muss das kontinuierliche Verhalten diskretisiert werden.

Diskrete Modellierung und Simulation

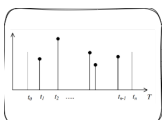
Diskrete schrittweise Simulation



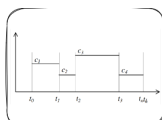
Diese Modelle werden mit Differenzensystemen und endlichen Automaten abgebildet. Zustände werden anhand von definierten

Überföhrungsfunktionen von einem Zeitpunkt in den nächsten überföhrt. Bei der Simulation kommt Time Slicing (zeitgetaktetes Verfahren) zum Einsatz.

Diskrete ereignisorientierte Simulation



Ereignisse

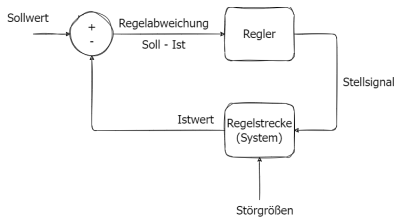


konstante Zustandswerte

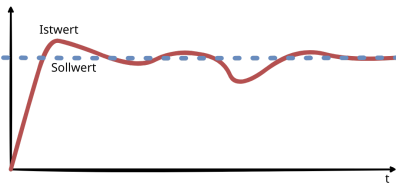
Bei diskreten Ereignissystemen (DEVS) werden Zustandsänderungen nur bei Ereignissen der betroffenen Zustände durchgeführt. Diese Ereignisse können immer auftreten, es gibt also keinen fixen zeitlichen Takt. Die Zeitspanne zwischen den Ereignissen ist wesentlich. Simuliert werden solche Systeme mit Ereignislisten. Dabei wird die Liste von einem Ereignis zum nächsten abgearbeitet.

Regelkreise

Oft soll eine physikalische Größe (z.Bsp.: Druck, Durchfluss, Temperatur) einen gewünschten Sollwert annehmen. Soll diese Größe ihren Wert beibehalten, selbst wenn äußere, nicht konstante und vorhersehbare Bedingungen auf sie einwirken so ist eine Regelung erforderlich.



Regelkreise sind Rückkopplungskreise, man spricht auch von Feedback im System.



In der Praxis werden sehr häufig PID-Regler angewandt. Sie bestehen aus 3 mathematischen Prinzipien:

- Proportionalanteil P: Stellgröße abhängig von der aktuellen Abweichung
- Integralanteil I: Stellgröße abhängig von der Summe der Abweichungen
- Differentialanteil: Stellgröße abhängig von der aktuellen Veränderung der Abweichung

Wesentlich für die korrekte Funktionsweise der Regelung ist die Wahl der richtigen Regler-Parameter.

Quellen:

- Foliensatz von Herrn Prof. Stephan Winkler
- Unterlagen von Herrn Prof. Herbert Prähofer

https://www.ssw.uni-linz.ac.at/General/Staff/HP/SimTech_SS04/Folien/08-DeduktiveModellierung.pdf

https://ssw.jku.at/General/Staff/HP/SimTech_SS04/Folien/09-InduktiveModellierung.pdf

https://ssw.jku.at/General/Staff/HP/SimTech_SS04/Folien/07-Regelkreise.pdf

beide Foliensätze beruhen auf folgender Literatur:

F.E. Cellier, Continuous System Modeling, Springer, 1991

D. Kelton, Simulation with Arena, McGrawHill, 1998.

Task 2 (8 pt): ... and a bit of Practice

$x(t)$...Wasservolumen zum Zeitpunkt t

$x(0)$...Initiales Wasservolumen [l]

$$x'(t) = ?$$

Vorgehensweise: Aufteilen des Modells in **I** *prozentuelle Abnahme* und **II** *konstanter Zufluss*

.

I : 5% *Abnahme*:

$$x(t) = x(0) * 0.95^t$$

$$x(t) = x(0) * e^{\ln(0.95)*t}$$

$$x'(t) = x(0) * e^{\ln(0.95)*t} * \ln(0.95)$$

$$x'(t) = x(0) * \ln(0.95)$$

II : 1000l *konstanter Zufluss* 1000l/h:

$$x'(t) = 1000$$

Führen nun beide Modelle zusammen lässt sich folgende Gleichung aufstellen:

$$x'(t) = x(t) * \ln(0.95) + 1000$$

Für die Simulation kann folgende Iterationsvorschrift erstellt werden:

$tStep$...*Schrittweite der Simulation*

i ...*IndexVariable der Simulationsschritte*

$$x(0) = 100000$$

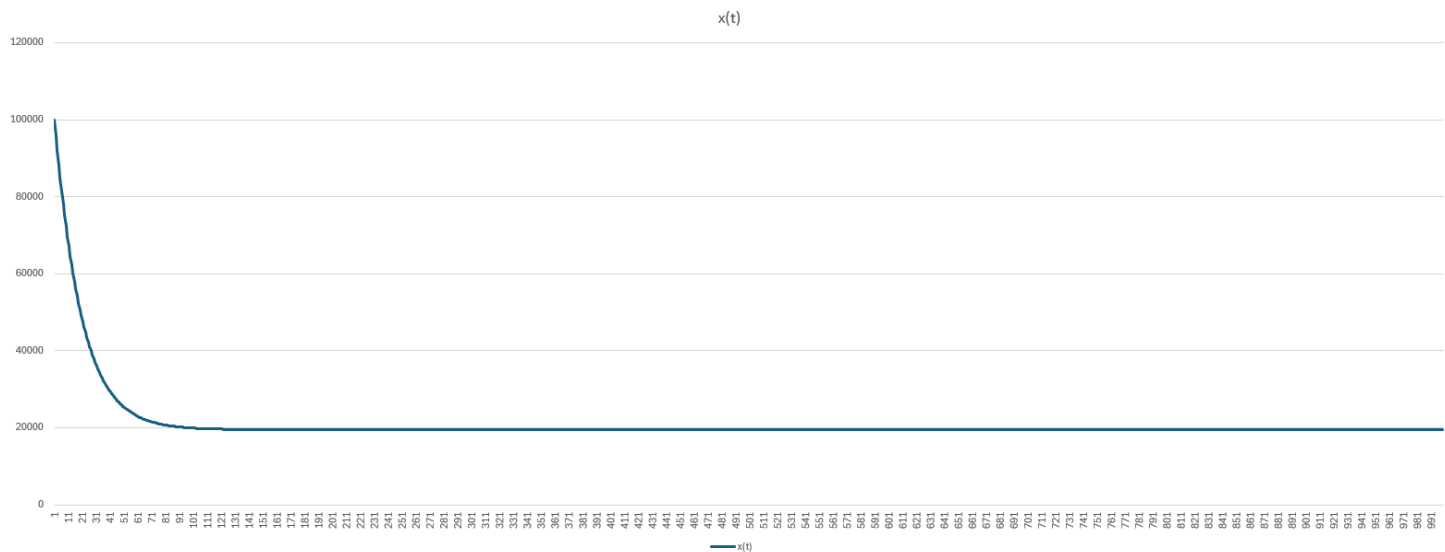
$$x'(i) = x(i) * \ln(0.95) + 1000$$

$$x(i+1) = x(i) + x'(i) * tStep$$

Dieses Verfahren ist allgemein bekannt unter *explizites Eulerverfahren*.

Ergebnisse

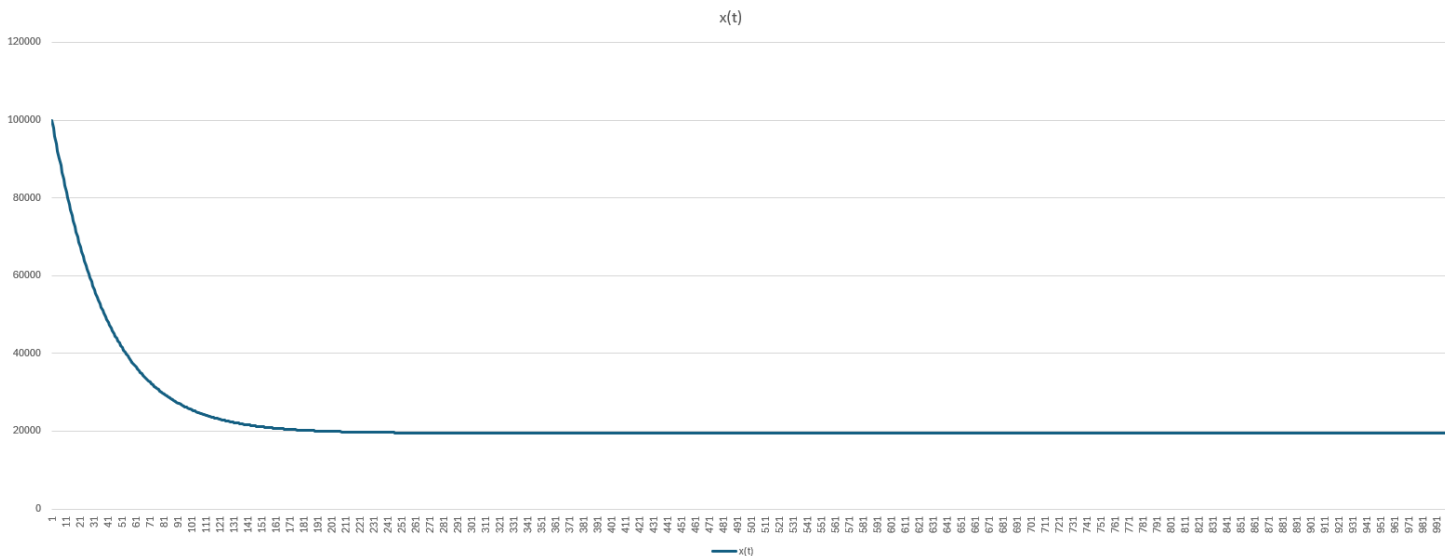
Ergebnis mit $tStep = 1.0$



Equilibrium...19495.725751

Erreicht nach ~430 Iterations-Schritten -> ~430h

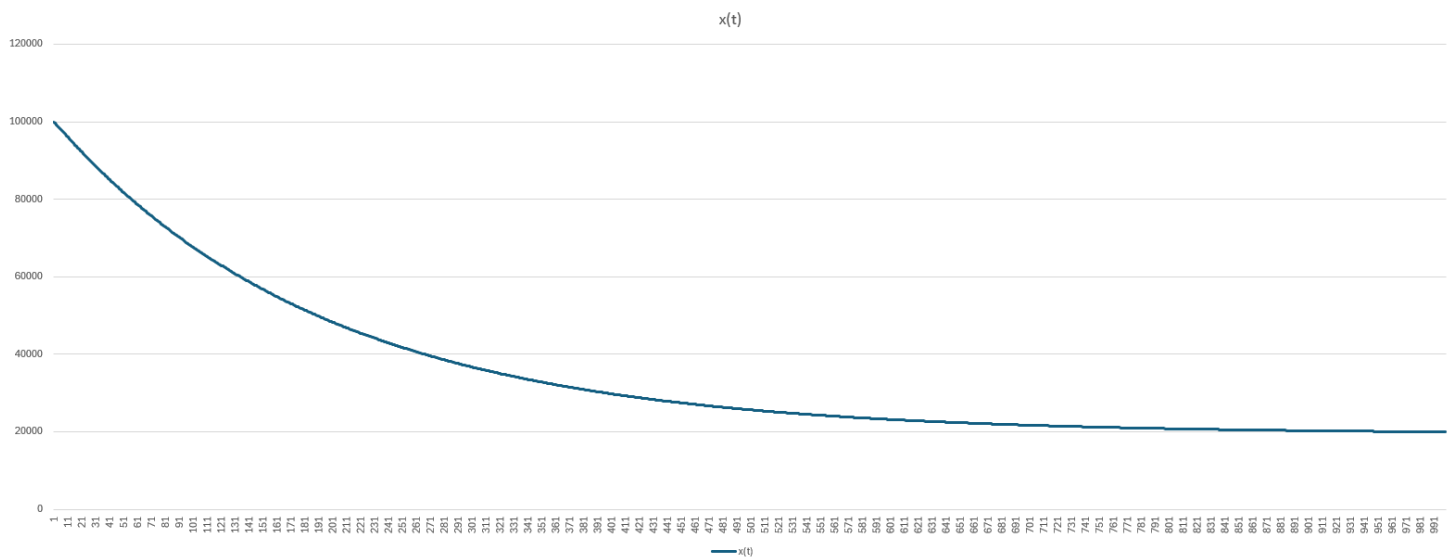
Ergebnis mit $tStep = 0.5$



Equilibrium...19495.725751

Erreicht nach ~885 Iterations-Schritten -> ~442.5h

Ergebnis mit $tStep = 0.1$



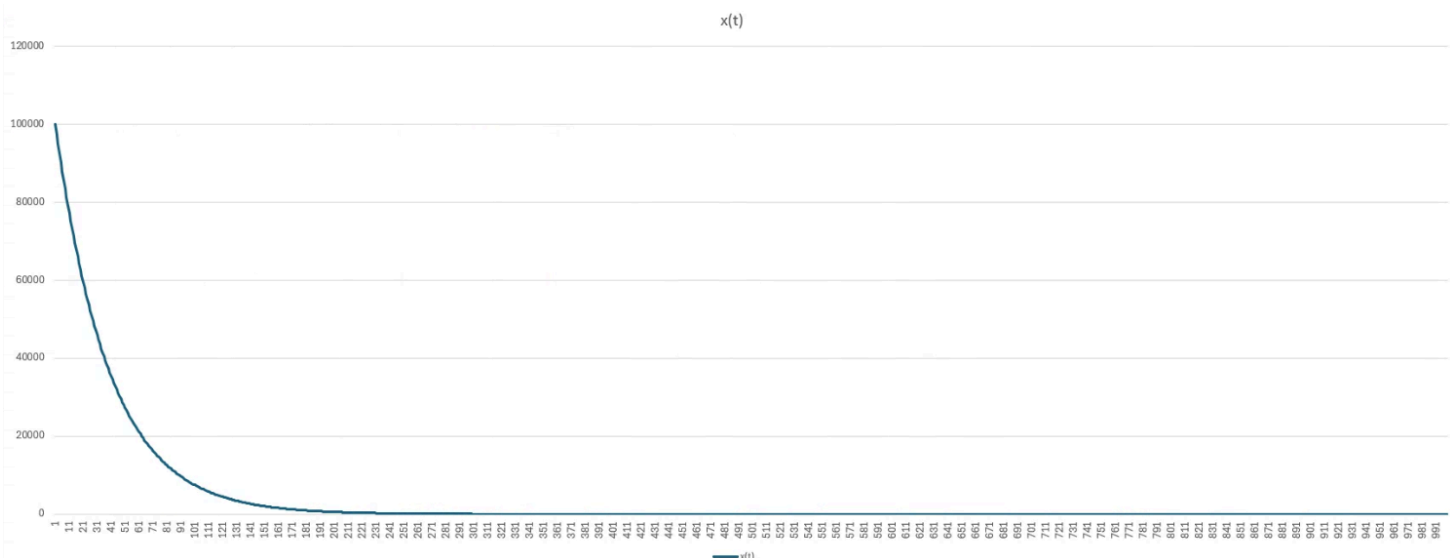
Equilibrium...19495.725751

Erreicht nach ~4460 Iterations-Schritten -> ~446h

Für die Feststellung des Equilibriums wurden 5 Nachkommastellen betrachtet.

Der Inflow ist in der Angabe als optional definiert, deshalb wurde auch eine Simulation ohne Inflow durchgeführt.

Ergebnis mit $tStep = 0.5$



Wenig überraschend nähert sich der Endzustand asymptotisch gegen 0.