

# Übung 11

Nichtlineare Modellierung natürlicher Systeme

23.01.2014

Bei Fragen und Anregungen:  
`andreas.mueller@physik.hu-berlin.de`

## 1 Logistische Abbildung - Fixpunkte, Stabilität, Cobweb

Die logistische Abbildung ist gegeben durch

$$x_{n+1} = rx_n(1 - x_n). \quad (1)$$

Wie letztes Mal soll gelten  $x \in [0, 1]$  und  $r \in [0, 4]$ . Bestimmen Sie die Fixpunkte, sowie deren Stabilität. Wie ließe sich z.B. eine Oszillation mit Periode 2 finden? Sie können zum Bestimmen der Fixpunkte die 'Symbolic Math Toolbox' von MATLAB verwenden.

Ein graphisches Hilfsmittel, um sich die Wirkungsweise solcher Abbildungen zu veranschaulichen, liefert das sogenannte 'Cobweb-Diagramm'. Dabei werden die Identitätsfunktion  $I$ , sowie die die Abbildung beschreibende Funktion  $f$  zusammen geplottet. Zur Konstruktion des 'Cobwebs' zieht man eine senkrechte Linie von einem Startpunkt auf der  $I$  bis zur Funktion  $f$ . Von dort aus zieht man eine waagerechte Linie von  $f$  bis auf  $I$  usw. Veranschaulichen Sie sich das Prinzip für einige Werte von

$$r \in [0.5, 2, 3.3, 3.5, 3.5869946, 3.8284, 3.83, 3.9].$$

## 2 Hénon-Abbildung

Die Hénon-Abbildung ist gegeben durch

$$x_{n+1} = y_n + 1 - ax_n^2 \quad (2)$$

$$y_{n+1} = bx_n \quad (3)$$

Bestimmen Sie die Fixpunkte. Wann existieren diese nur? Plotten Sie das  $x$ - $y$ -Diagramm für  $b = 0.3$  und verschiedene Werte von  $a$ . Was passiert für  $a \approx 1.06$ ?

## 3 Arnold's Cat Map

Die Abbildung 'Arnold's Cat Map' ist gegeben durch:

$$\begin{pmatrix} x_{n+1} \\ y_{n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_n \\ y_n \end{pmatrix} \bmod N \quad (4)$$

Laden Sie das Bild `Bild1.jpg` in MATLAB und wenden Sie 'Arnold's Cat Map' darauf an. Plotten Sie das Ergebnis für einige Iterationen. Was passiert nach  $m = 144$  Iterationen?