

# V/S Modellieren in der Landschaftsarchäologie

Freie Universität Berlin  
M.Sc. Landschaftsarchäologie

Dr. Daniel Knitter

# Aus der Studienordnung

## **Qualifikationsziele:**

Die Studentinnen und Studenten können zwischen Black-Box-, Grey-Box- und White-Box-Modellen differenzieren und deren Vor- und Nachteile benennen. Sie sind in der Lage Modelle unter Berücksichtigung der vorhandenen Datenlage und Fragestellung auszuwählen und anzuwenden.

## **Inhalte:**

In der Landschaftsarchäologie gibt es unterschiedlichste Fragestellungen, für deren Beantwortung sich eine Modellbildung bzw. Modellierung anbietet: Wasserhaushaltsmodellierungen, Predictive Modelling, Least-Cost-Path-Analysis, Erstellung von Modellen zur Landschaftsentwicklung. Ausgewählte Modellansätze werden in der Vorlesung zunächst vorgestellt und im Rahmen des Seminars anschließend erprobt.

# Aus der Prüfungsordnung

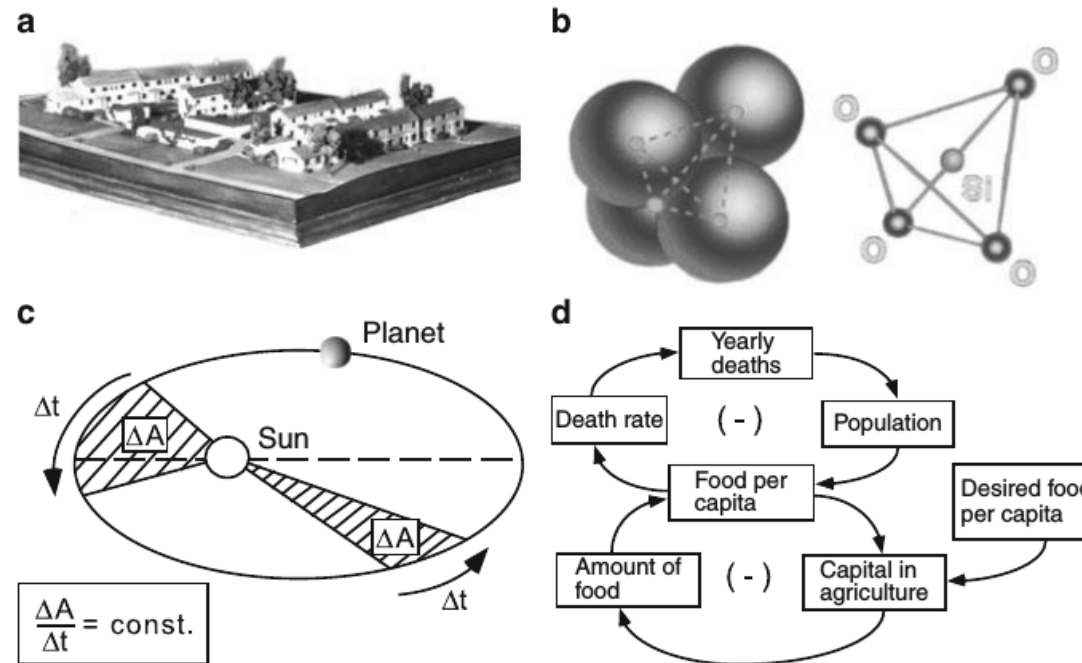
<b>Modul 302: Modellieren in der Landschaftsarchäologie</b>		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> Keine		
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<b>Modulprüfung</b>	<b>Pflicht zu regelmäßiger Teilnahme</b>
Vorlesung	Hausarbeit (ca. 2 000 Wörter)	<del>Teilnahme wird empfohlen</del>
Übung		Ja
<b>Leistungspunkte:</b> 5		



Abgabe eines ausformulierten R-Skripts, welches ein selbst gewähltes Modellierungsproblem untersucht (inkl. Problemstellung/State of the art/Literatur/...)

# Modellierung...?

Modell – lat. modulus = Gebäude in verkleinertem Maßstab



**Fig. 1.2:** *Examples of models: (a) Architectural model: Scaled-down execution of a planned or existing building. (b) Physical model: Model of chemical molecules. (c) Mathematical model: Kepler's second law of planetary motion. (d) Conceptual model: Excerpt from the World model by Forrester and Meadows (see [Meadows et al. 1972](#))*

# Modellierung...?

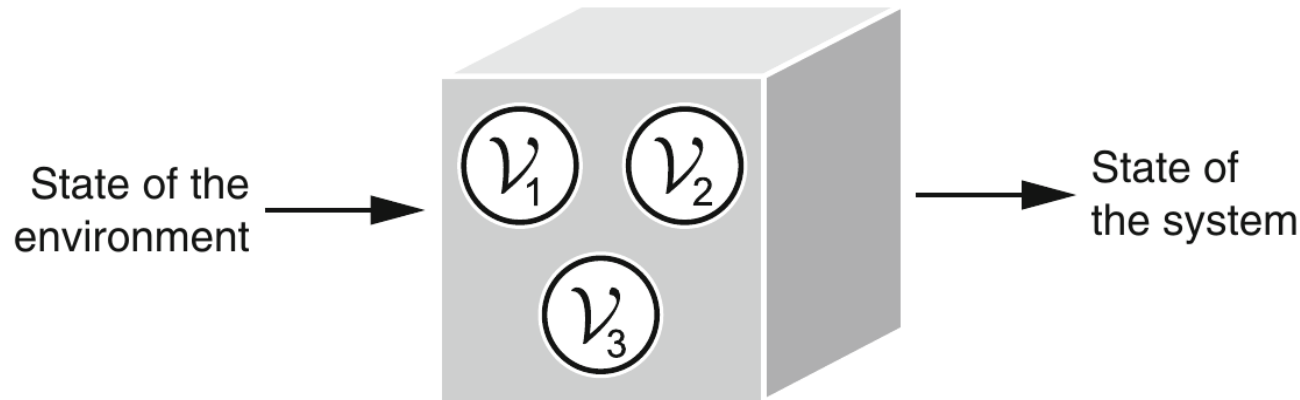
“Ein Modell ist ein Konzept zur vereinfachten Darstellung eines komplexen Systems. Es dient dazu, die wichtigen Eigenschaften eines Systems darzustellen und die nebensächlichen Eigenschaften außer Acht zu lassen” (Imboden & Koch 2003, 9).

# Black-, Grey-, White-box Models

?

# Black-, Grey-, White-box Models

Ziel: einfachste Struktur der Black Box finden, die den vermuteten Zustand der Umwelt und dem Systemzustand reproduziert

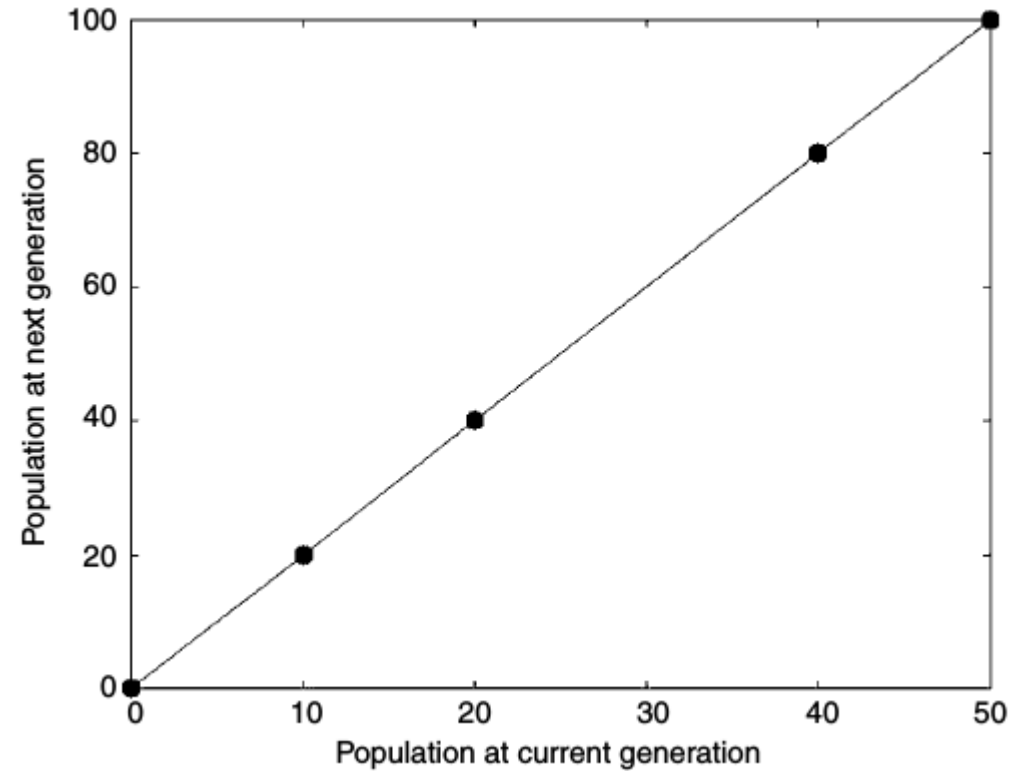
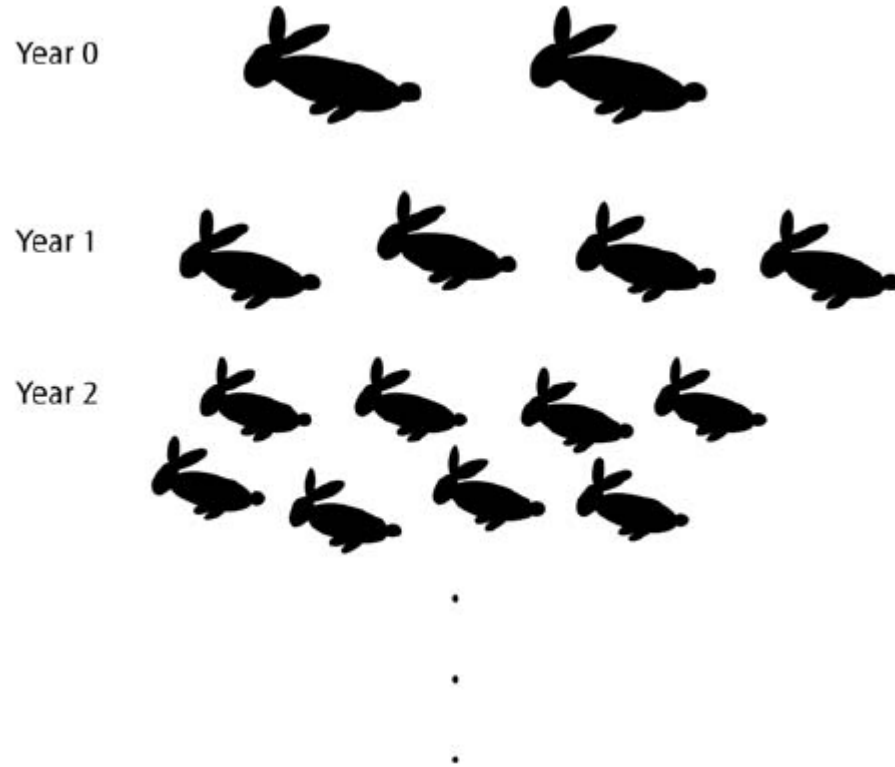


# Black-, Grey-, White-box Models

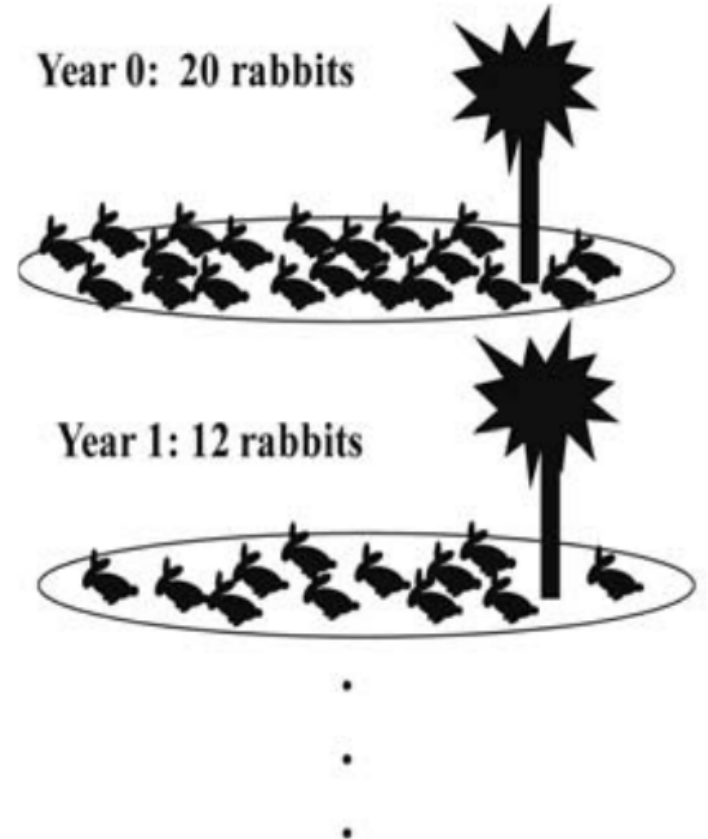
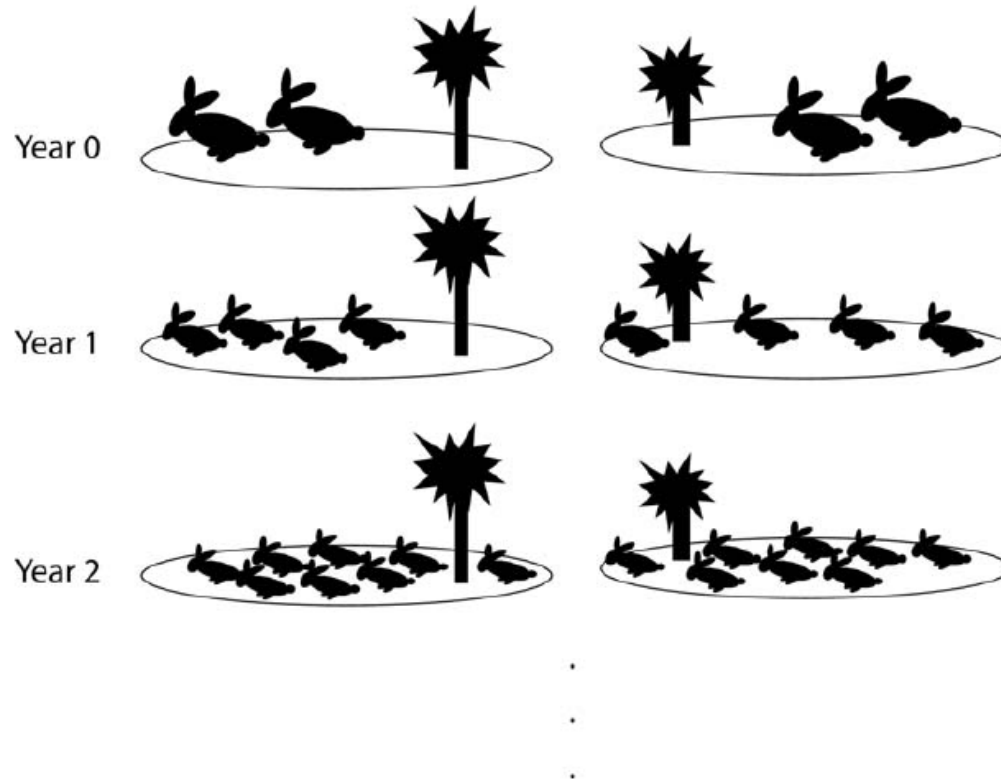
Black-box models are completely nonmechanistic. We cannot investigate interactions of subsystems of such a non-transparent model. A white-box model of complex dynamic systems has 'transparent walls' and directly shows underlying mechanisms – all events at micro-, meso- and macro-levels of a modeled dynamic system are directly visible at all stages. Logical deterministic cellular automata is the only known approach, which allows to create white-box models of complex dynamic systems (3). A micro-level is modeled by a lattice site (cellular automata cell). A meso-level of local interactions of micro-objects is modeled by a cellular automata neighbourhood. A macro-level is modeled by the entire cellular automata lattice. Unfortunately, this simple approach is commonly used in the overloaded form, what makes it less transparent. This is achieved by adding differential equations and stochasticity. Grey-box models are intermediate and combine black-box and white-box approaches. Basic ecological models are of black-box type, e.g. Malthusian, Verhulst, Lotka-Volterra models. These models are not individual-based and cannot show features of local interactions of individuals of competing species. That is why they principally cannot provide a mechanistic insight into interspecific competition.



# Black-, Grey-, White-box Models



# Black-, Grey-, White-box Models

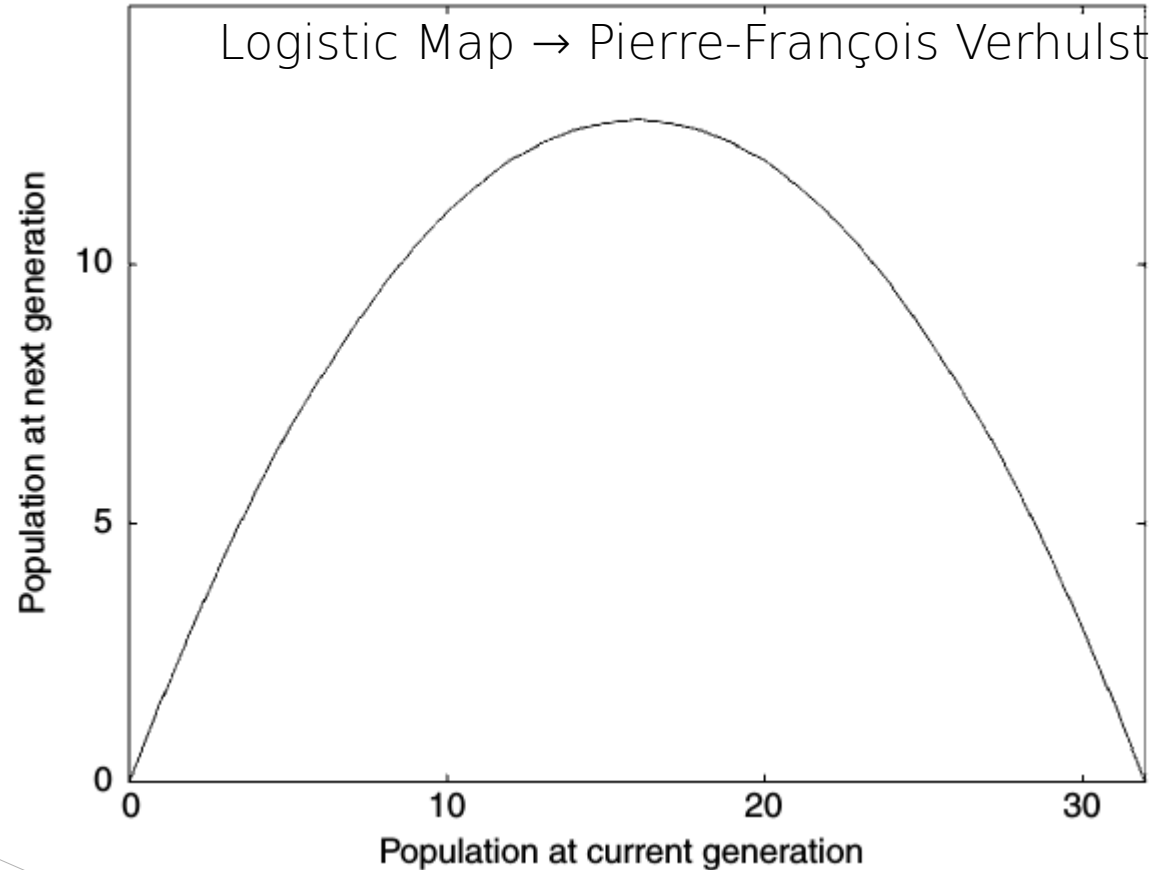


# Black-, Grey-, White-box Models

$$\frac{dP}{dt} = P \cdot r$$

$$x_{t+1} = R x_t (1 - x_t)$$

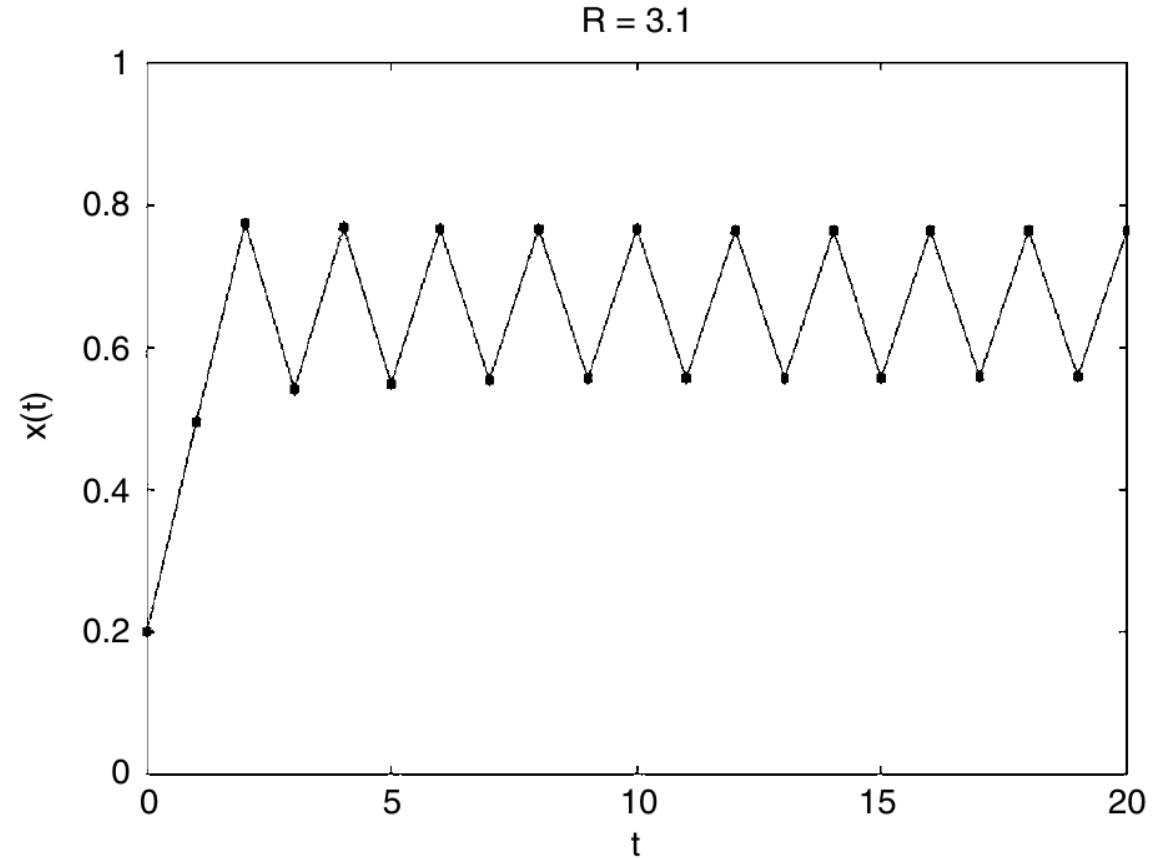
Birth rate/death rate  
+ carrying capacity



# Black-, Grey-, White-box Models

$$\frac{dP}{dt} = P \cdot r$$

$$x_{t+1} = R x_t (1 - x_t)$$



# Black-, Grey-, White-box Models

$$\frac{dP}{dt} = P \cdot r$$

$$x_{t+1} = R x_t (1 - x_t)$$

“deterministic chaos”

→ Sensitivity to initial conditions

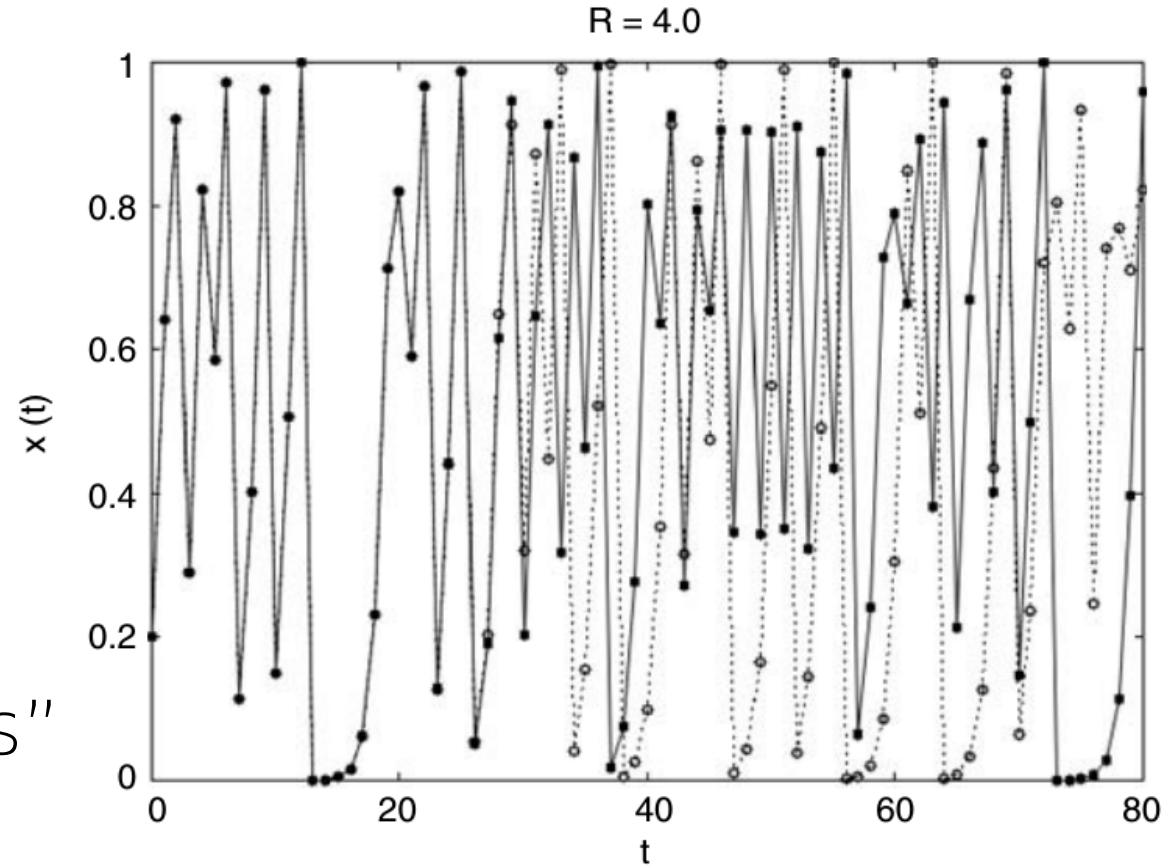


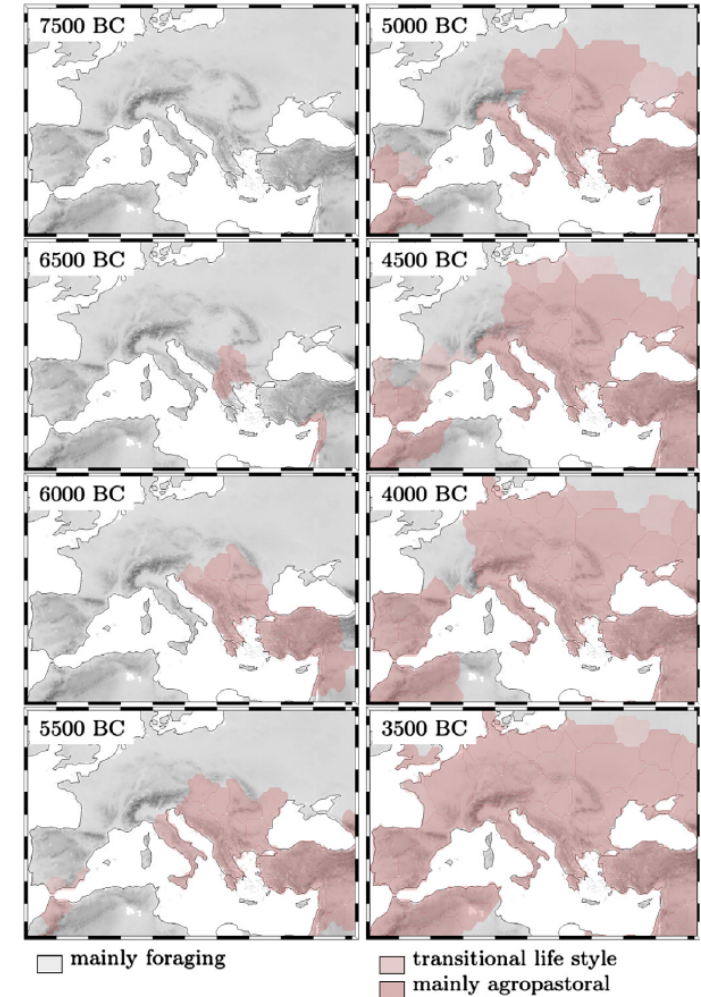
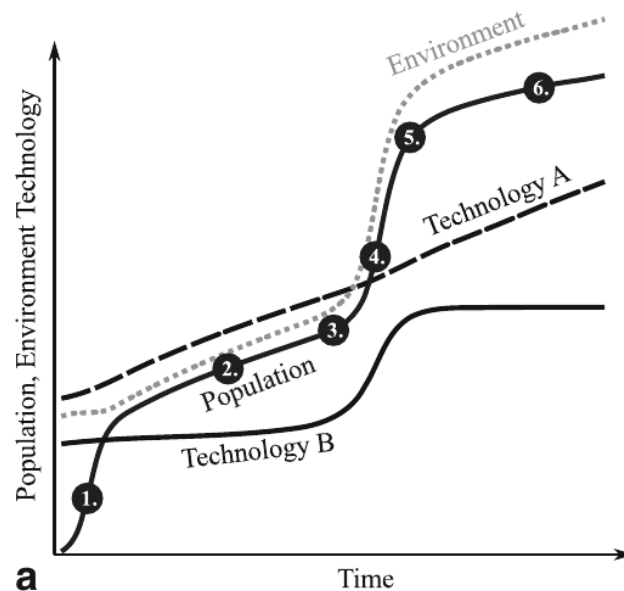
FIGURE 2.10. Two trajectories of the logistic map for  $R = 4.0$  :  $x_0 = 0.2$  and  $x_0 = 0.2000000001$ .

# Black-, Grey-, White-box Models

$$\frac{dP}{dt} = P \cdot r$$

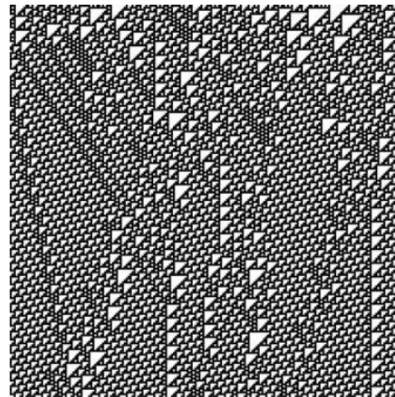
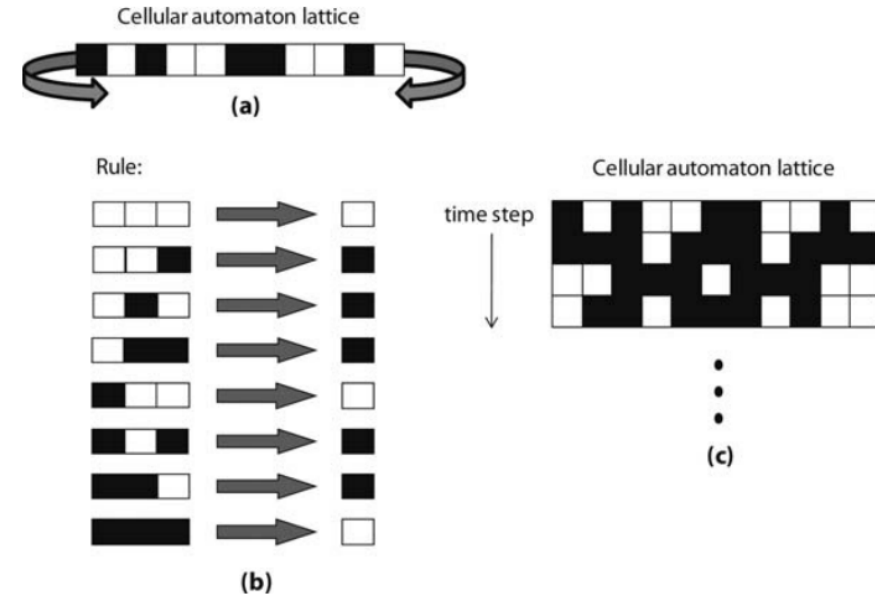
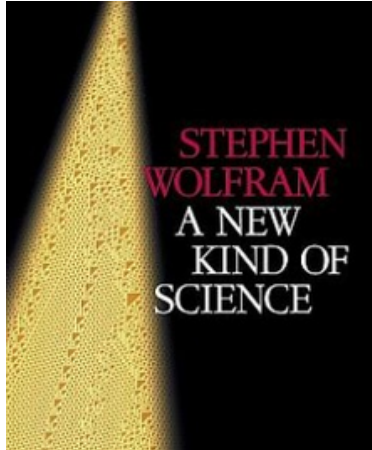
$$r = \mu \cdot (1 - \omega T_A) \cdot \left(1 - \gamma \sqrt{T_A P}\right) \cdot SI - \rho \cdot T_A^{-1} \cdot P$$

PET trajectories



(Lemmen 2011, 2014)

# Black-, Grey-, White-box Models

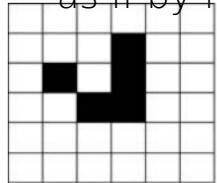




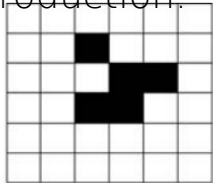
# Black-, Grey-, White-box Models

## Conway's Game of life

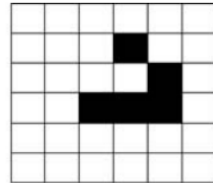
- Any live cell with fewer than two live neighbours dies (loneliness)
- Any live cell with two or three live neighbours lives on to the next generation.
- Any live cell with more than three live neighbours dies (too crowded)
- Any dead cell with exactly three live neighbours becomes a live cell, as if by reproduction.



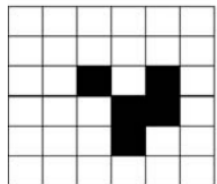
t=0



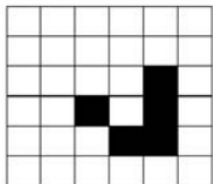
t=1



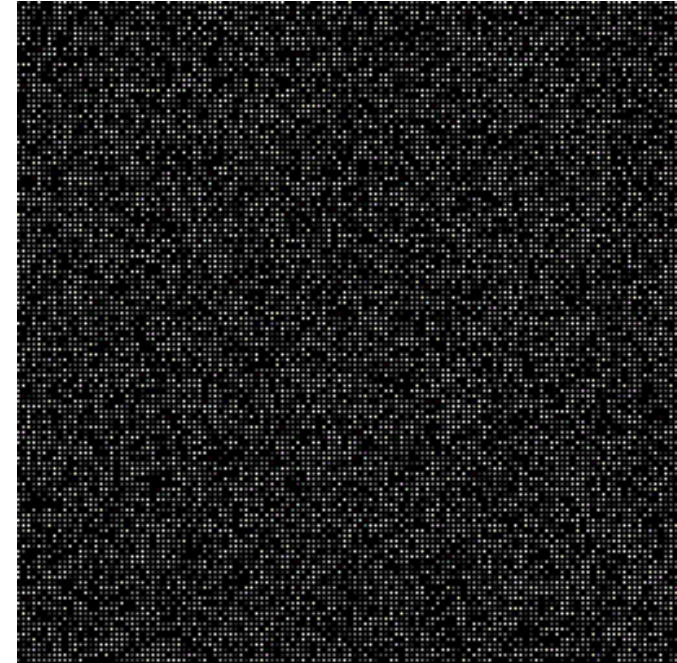
t=2



t=3

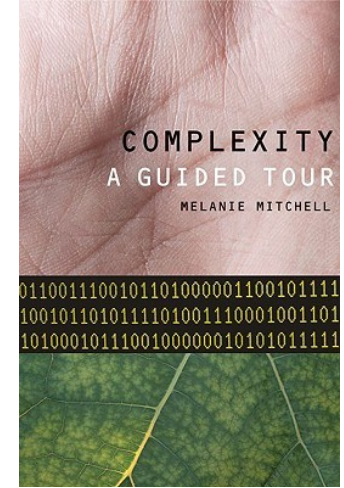
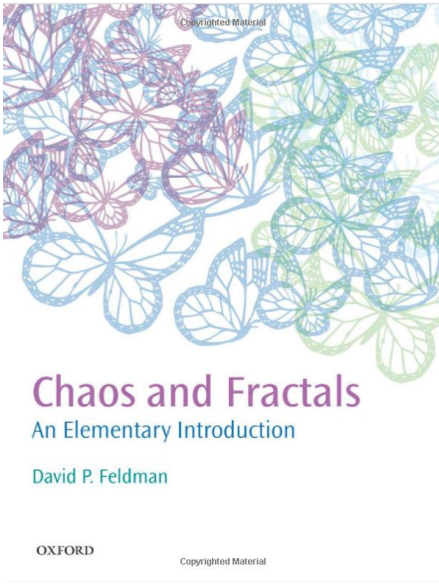


t=4



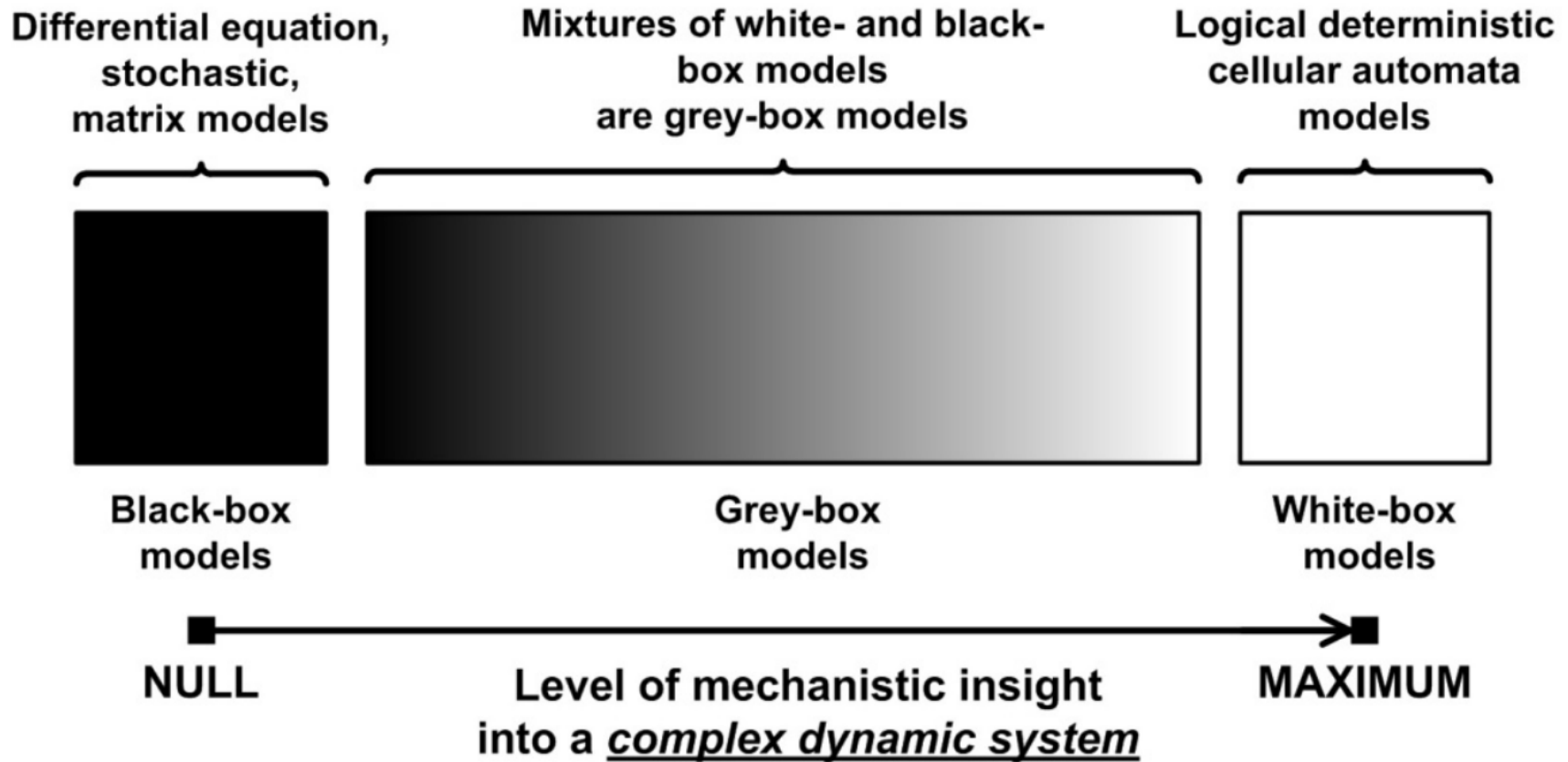


# Black-, Grey-, White-box Models



<https://www.complexityexplorer.org/>

# Black-, Grey-, White-box Models



# Where to start?

# Aus der Studienordnung

## Qualifikationsziele:

Die Studentinnen und Studenten können zwischen Black-Box-, Grey-Box- und White-Box-Modellen differenzieren und deren Vor- und Nachteile benennen. Sie sind in der Lage Modelle unter Berücksichtigung der vorhandenen Datenlage und Fragestellung auszuwählen und anzuwenden.

## Inhalte:

In der Landschaftsarchäologie gibt es unterschiedlichste Fragestellungen, für deren Beantwortung sich eine Modellbildung bzw. Modellierung anbietet:

**Wasserhaushaltsmodellierungen, Predictive Modelling, Least-Cost-Path-Analysis, Erstellung von Modellen zur Landschaftsentwicklung.** Ausgewählte Modellansätze werden in der Vorlesung zunächst vorgestellt und im Rahmen des Seminars anschließend erprobt.