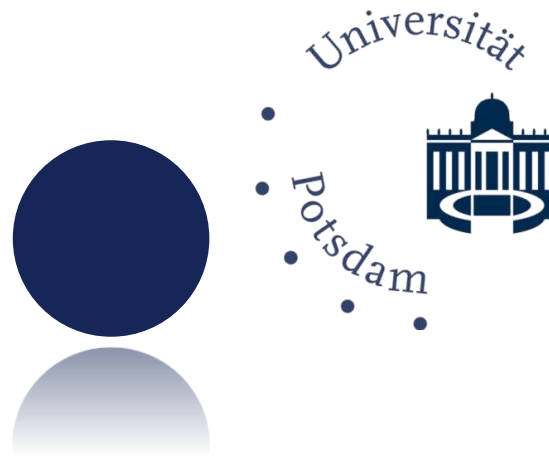


Wintersemester 2020/21

Einführung in die Modellierung

Till Francke und Maik Heistermann
Universität Potsdam



Seminar *Einführung in die Modellierung*
im Modul *Versuchsplanung und Geoökologische Modellierung*

Wintersemester 2020/21

Einführung in die Modellierung

In diesem Semester

R als Werkzeug in der Modellierung

Ökologische Modelle

Hydrologische Modelle

(Ökohydrologische Modelle)



Wintersemester 2020/21

Einführung in die Modellierung

Heute

Populationsmodelle

Wachstum unter Umwelteinwirkung und logistisches Wachstum

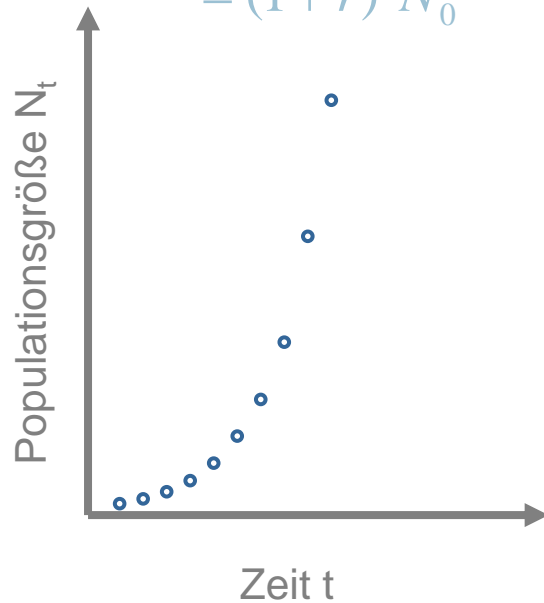
Routinekämpfe



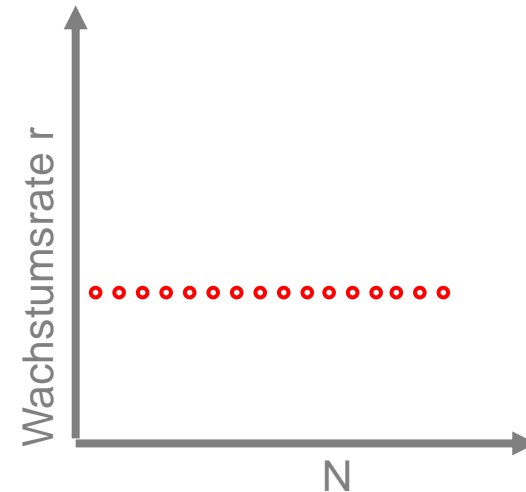
I. Exponentielles Wachstum - Merkmale

- einfachstes Modell für das unbegrenzte Wachstum:
exponentielles Wachstum:

$$\begin{aligned} N_t &= N_{t-1} + r \cdot N_{t-1} \\ &= (1 + r)^t N_0 \end{aligned}$$

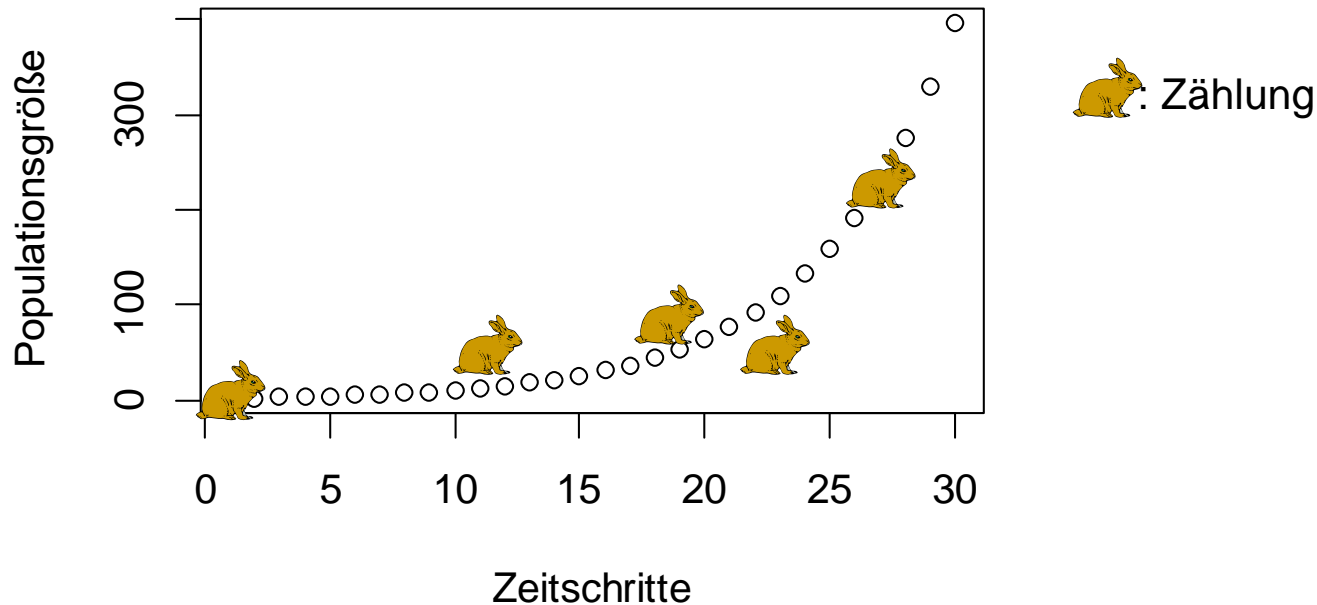


$$r(N) = \text{const}$$



r ist dichteunabhängig

Vergleich mit Beobachtungen



Realität: nichtmonotones Wachstumsverhalten → variable Wachstumsrate



Welche Erklärungen könnte es geben?

Dichteunabhängige
Prozesse

Klima
Störungseignisse



Dichteabhängige
Prozesse

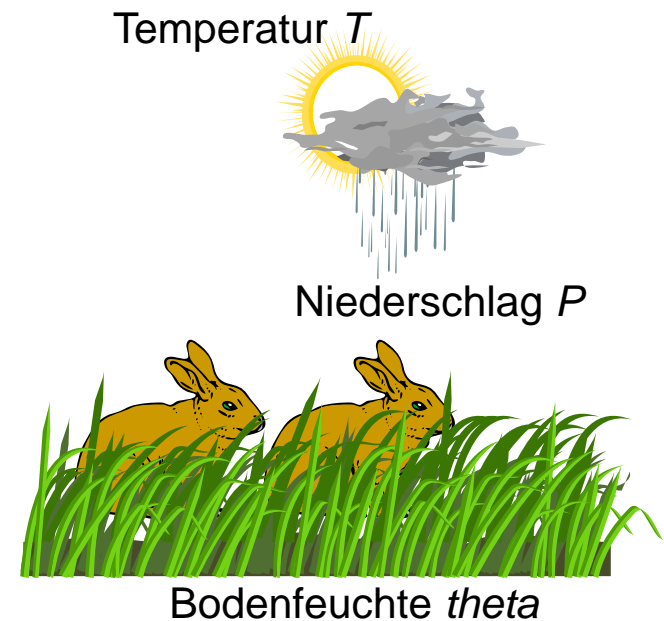
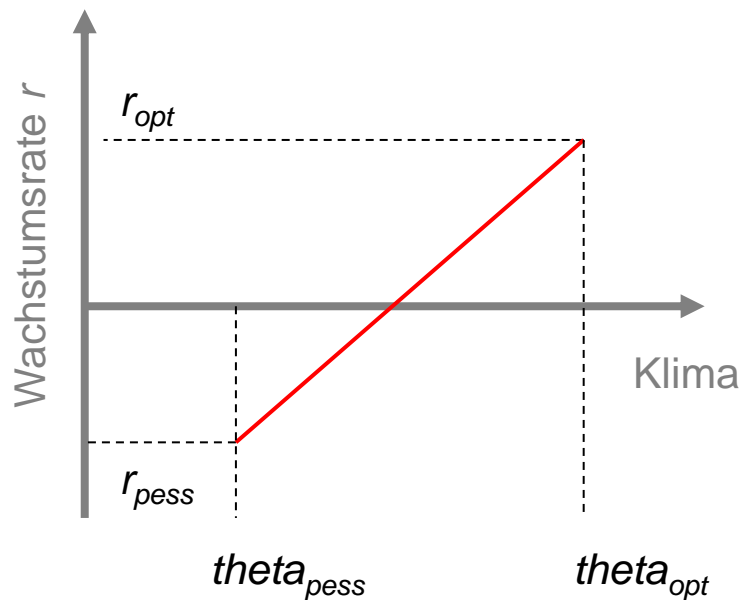
intraspezifische Konkurrenz
interspezifische Konkurrenz
Räuber-Beute-Beziehungen



II. Wachstum unter Umwelteinwirkungen

Umsetzung im Modell: $N_t = N_{t-1} + r(t) \cdot N_{t-1}$

$r(t)$: Wachstumsrate als Funktion von Umweltvariablen
(z.B. Pflanzenwachstum, Temperatur, Niederschlag, Bodenfeuchte)



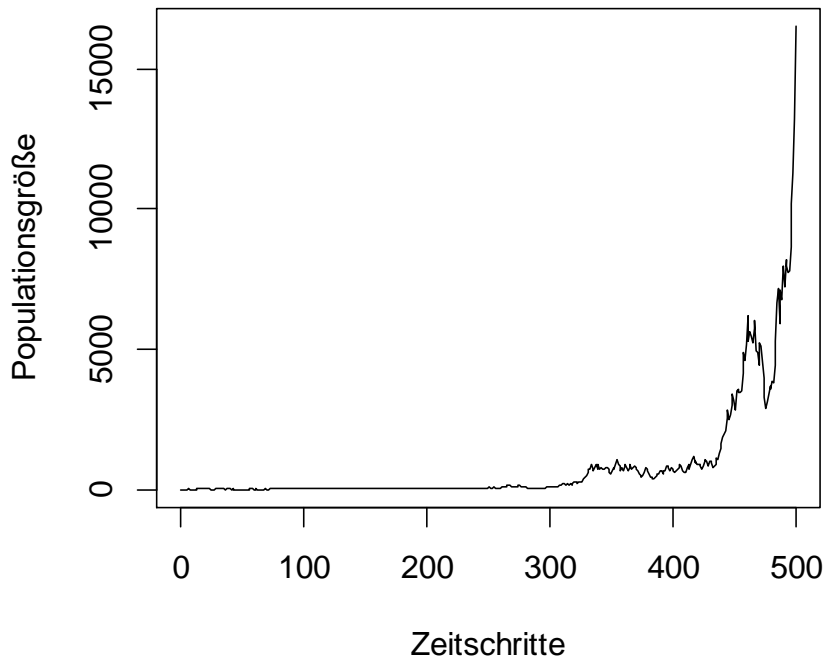
r ist umweltabhängig



Vergleiche zwei Populationen mit zufälliger Wachstumsrate r zwischen r_{opt} und r_{pess} $[-0,2; 0,25]$ bzw. $[-0,25; 0,2]$ (3_exp_Wachstum_umwelt.R)

II. Vergleich mit Beobachtungen

seed: 3



- unbegrenzte Kapazität des Habitats unrealistisch
- Modell unzulänglich
- Berücksichtigung dichteabhängiger Effekte

Dichteunabhängige
Prozesse

Klima
Störungseignisse



Dichteabhängige
Prozesse

intraspezifische Konkurrenz
interspezifische Konkurrenz
Räuber-Beute-Beziehungen

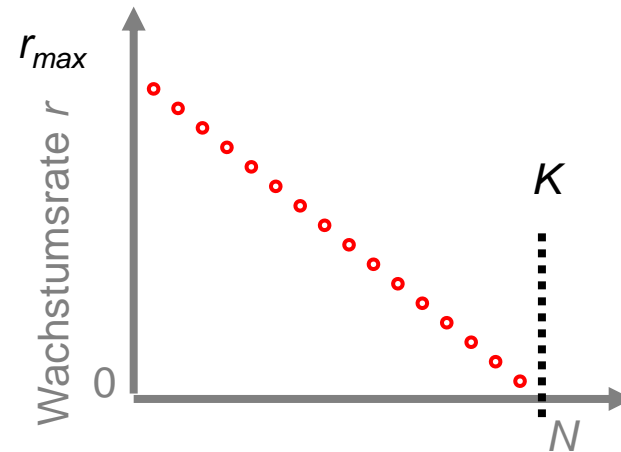
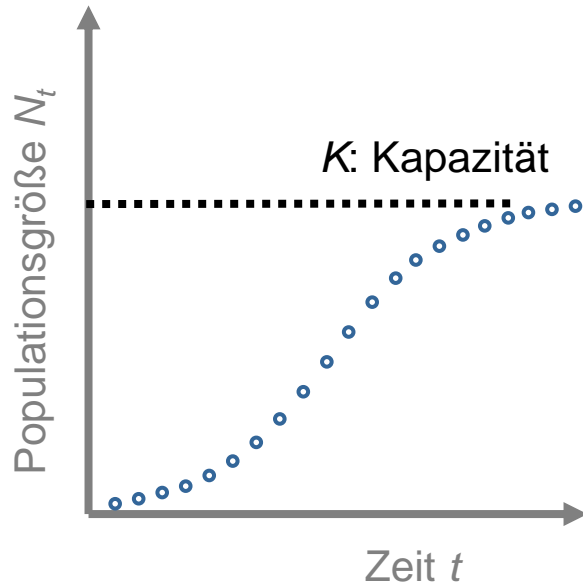


III. Logistisches Wachstum - Merkmale

- einfachstes Modell für das Wachstum unter Konkurrenz:
logistisches Wachstum

$$N_t = N_{t-1} + r(N_{t-1}) \cdot N_{t-1}$$

$$r(N_{t-1}) = r_{\max} \cdot \left(1 - \frac{N_{t-1}}{K}\right)$$



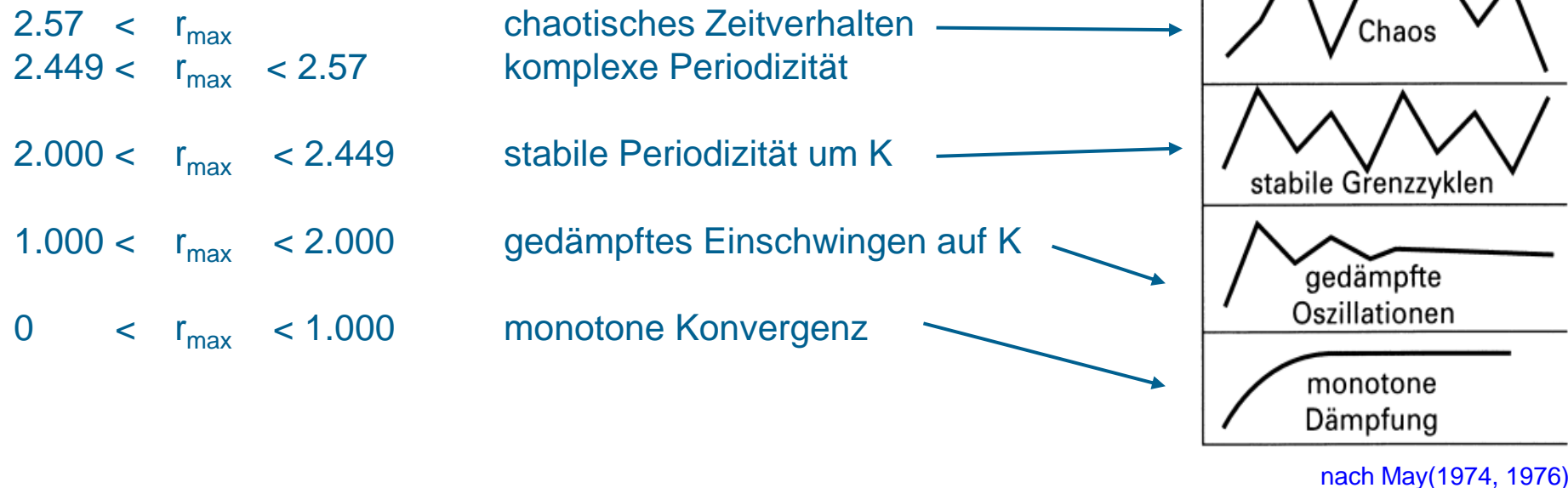
$r \rightarrow$ dichteabhängig



Populationsmodell in R umsetzen und für verschiedene r_{\max} und K vergleichen
(Parameterwerte siehe 4_log_Wachstum.R)

III. Logistisches Wachstum – seltsame Effekte

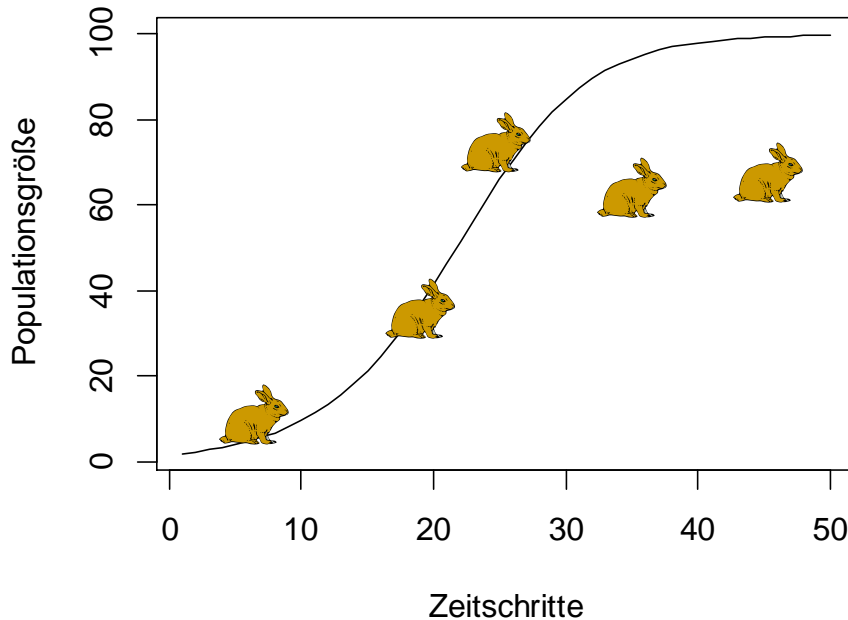
Bei hohen Reproduktionsraten: Überschwingen und Oszillationseffekte



- bei diskreten Prozessen: u.U. sinnvolle Prozessbeschreibung
- bei kontinuierlichen Prozessen: numerischer Effekt → kleinere Zeitschritte wählen

III.

Vergleich mit Beobachtungen



 : Zählung

Nichtmonotones Wachstum

→ Umweltbedingungen beeinflussen
maximale Kapazität

Dichteunabhängige
Prozesse

Klima

Störungseignisse



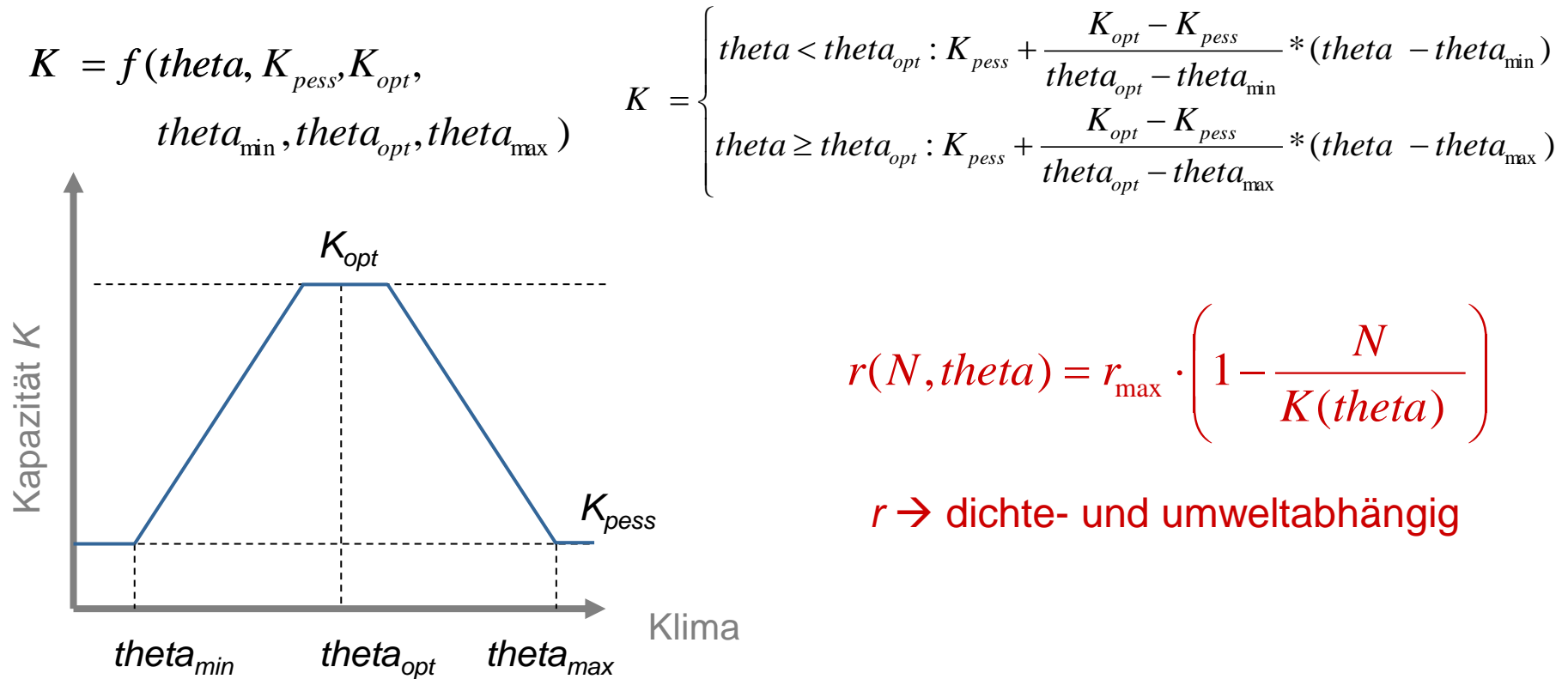
Dichteabhängige
Prozesse

intraspezifische Konkurrenz
interspezifische Konkurrenz
Räuber-Beute-Beziehungen



IV. Verbindung: Logistisches Wachstum + Umwelteinwirkungen

- momentane Wachstumsrate ist dichteabhängig (logistisches Wachstum)
- Habitatkapazität ist umweltabhängig (z.B. Funktion von θ)



$$r(N, \theta) = r_{max} \cdot \left(1 - \frac{N}{K(\theta)} \right)$$

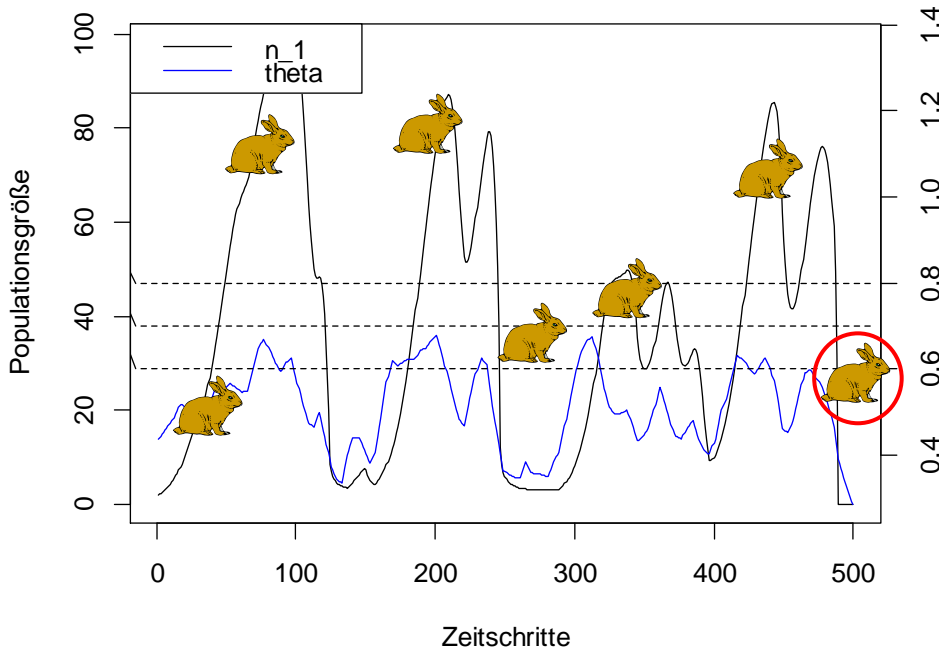
$r \rightarrow$ dichte- und umweltabhängig



Kombiniertes Modell (5_log_Wachstum_umwelt.R); $n0 = 2$, $K=100$, $nt = 50$
für verschiedene r_{max} (1; 2; 2,5; 3) vergleichen

IV.

Vergleich mit Beobachtungen



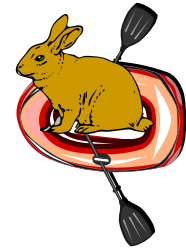
 : Zählung

Population stirbt nicht aus
Grund: Besiedlung von Nachbarinsel

→ Interaktion mit anderen
Populationen



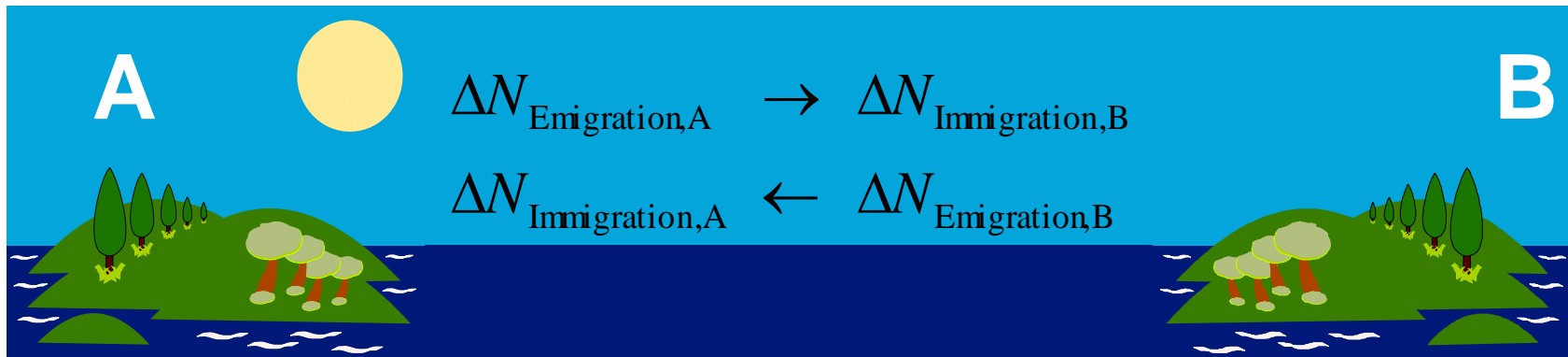
V. Populationsdynamik mit Migration



$$N_t = N_{t-1} + r(t) \cdot N_{t-1} + \Delta N_{\text{Migration}}$$

$$\Delta N_{\text{Migration}} = \Delta N_{\text{Immigration}} - \Delta N_{\text{Emigration}}$$

$$\Delta N_{\text{Emigration}} = m \cdot N(t-1)$$

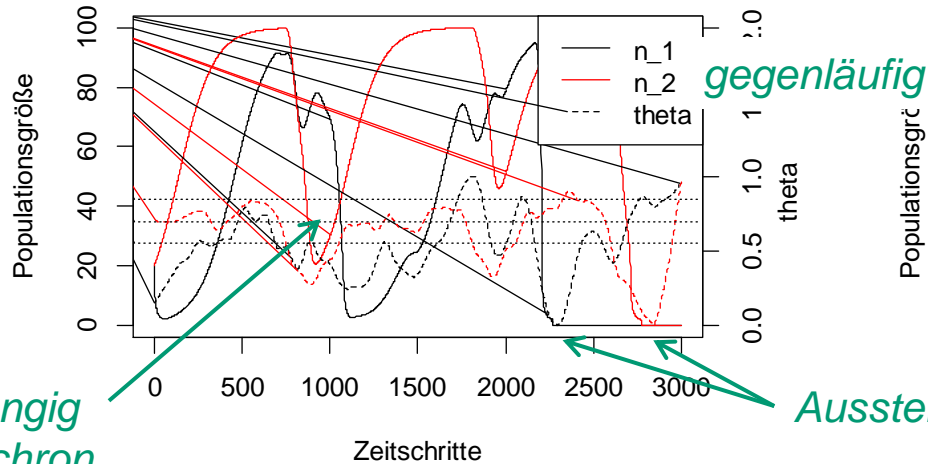


Modell mit Migration (6_log_Wachstum_umwelt_gekoppelt.R) zwischen zwei Populationen.

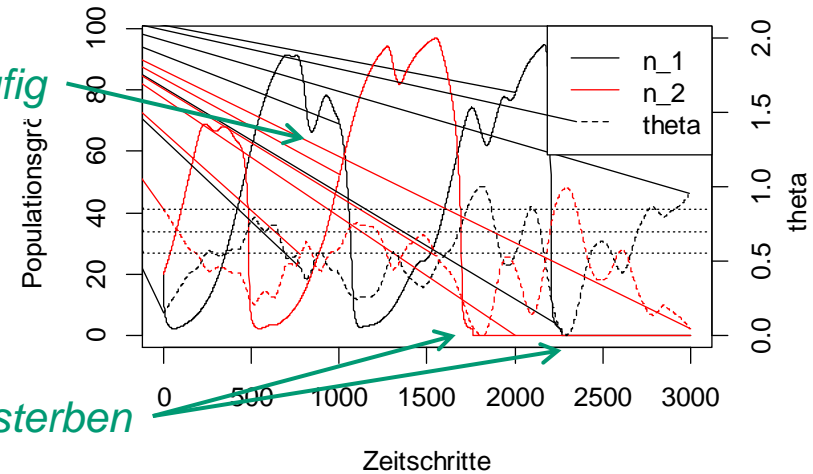
ohne Migration

unabhängig
zw. synchron

unabhängige Umwelt



neg. korrel. Umwelt



mit Migration

