



## ÖBII – Vorlesung **POPULATIONSÖKOLOGIE – Teil 2**

~~Oliver Bossdorf~~, AG Evolutionäre Ökologie der Pflanzen  
i.v. Madalin Parepa

# Übersicht über die Vorlesung

---

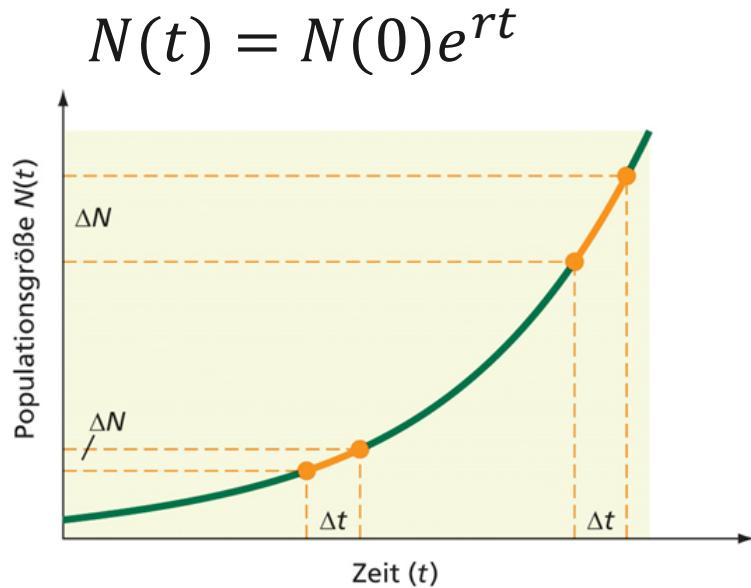
- > Beschreibung von Populationen
- > Populationswachstum
- > Intraspezifische Regulation von Populationen
- > Metapopulationen
- > *Life histories*



# Intraspezifische Regulation von Populationen

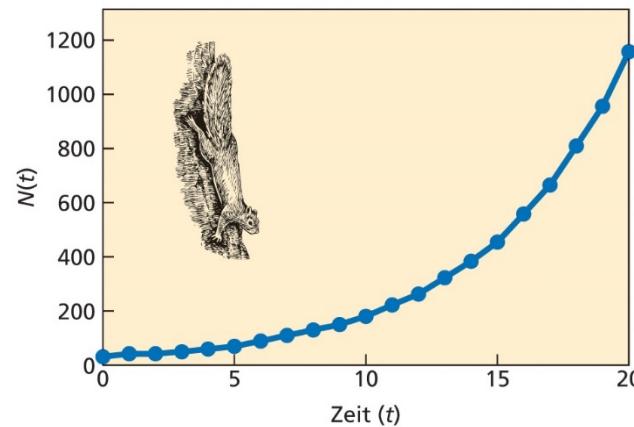
# Wiederholung

## Exponentielles Wachstum



## Geometrisches Wachstum

$$N(t) = N(0)\lambda^t$$



→ Unbegrenztes Wachstum, wenn  $r > 0$  bzw.  $\lambda > 1$



AN ESSAY  
ON THE  
**PRINCIPLE OF POPULATION;**  
OR,  
A VIEW OF ITS PAST AND PRESENT EFFECTS  
ON  
**HUMAN HAPPINESS;**  
WITH  
AN INQUIRY INTO OUR PROSPECTS RESPECTING THE FUTURE  
REMOVAL OR MITIGATION OF THE EVILS WHICH  
IT OCCASIONS.  
BY  
**THE REV. T. R. MALTHUS, A. M. F. R. S.**  
LATE FELLOW OF JESUS COLLEGE, CAMBRIDGE, AND PROFESSOR OF HISTORY AND POLITICAL  
ECONOMY IN THE EAST-INDIA COLLEGE, HERTFORDSHIRE.  
◆◆◆  
SIXTH EDITION.  
IN TWO VOLUMES.  
VOL. I.  
LONDON:  
**JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.**  
MDCCXXVI.

*"The power of population is indefinitely greater than the power in the earth to produce subsistence for man."*

Thomas Robert Malthus (1798)  
*An Essay on the Principle of Population*



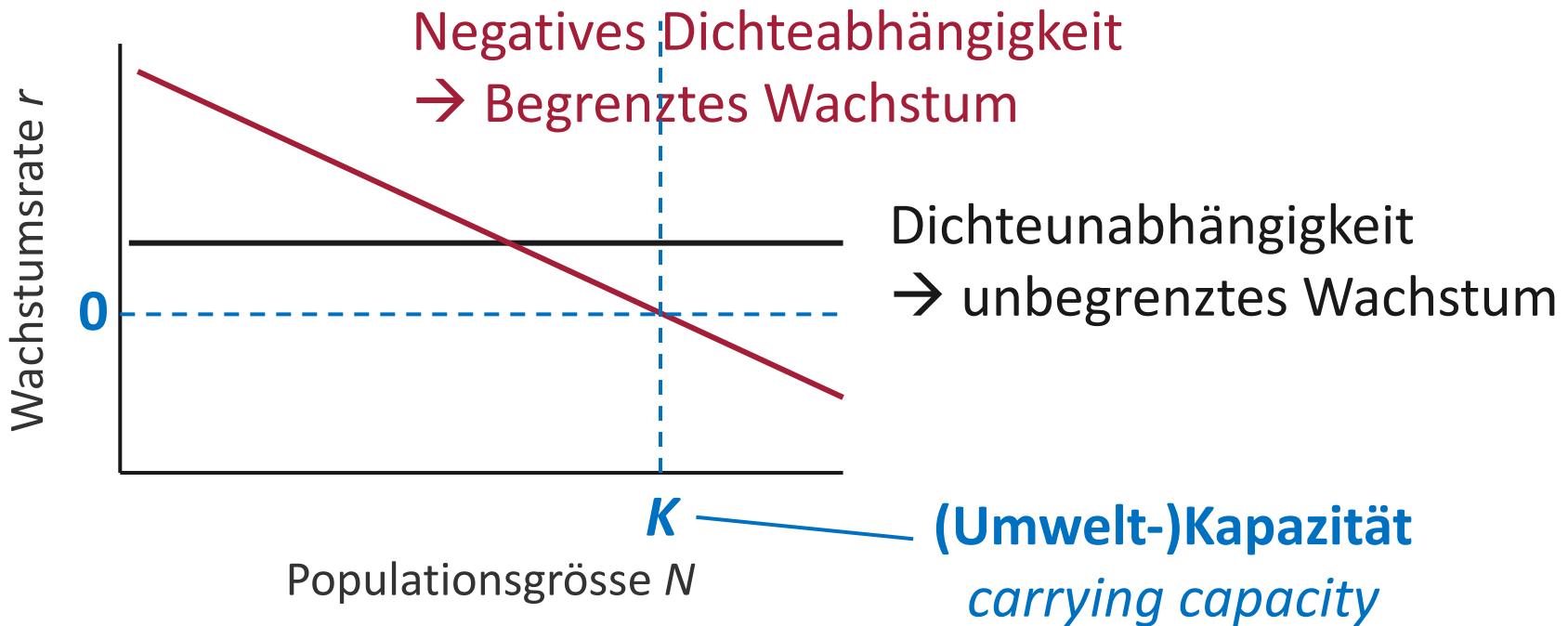
# Begrenztes Wachstum

---

- > Keine Population kann ewig wachsen
- > Endlichkeit von Ressourcen und andere Faktoren begrenzen das Populationswachstum aller Arten

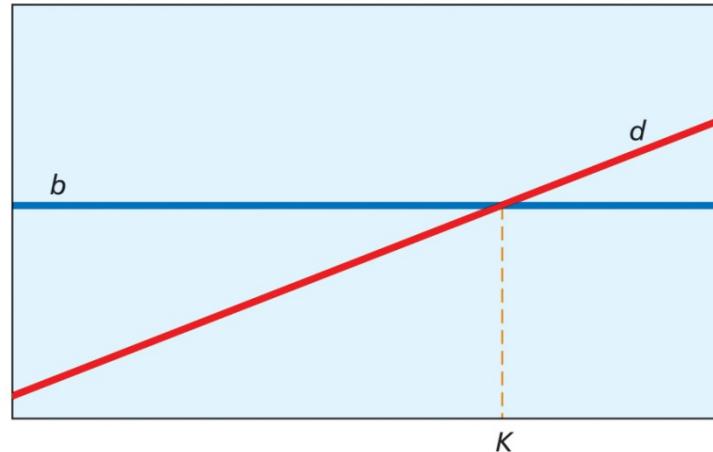


# Dichteabhängigkeit

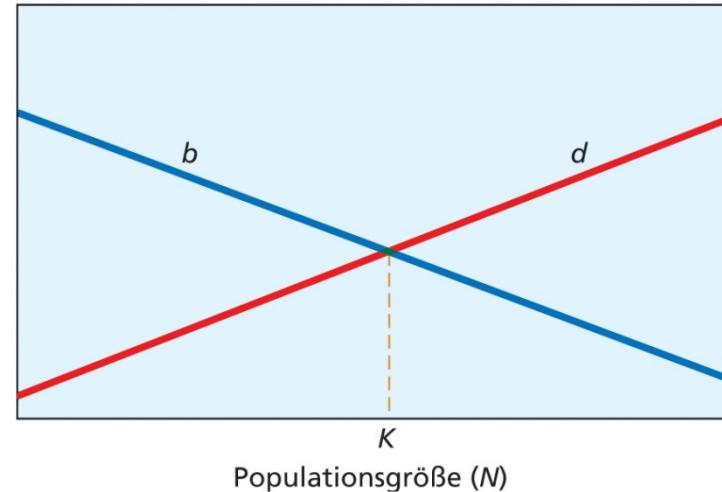


# Dichteabhängigkeit

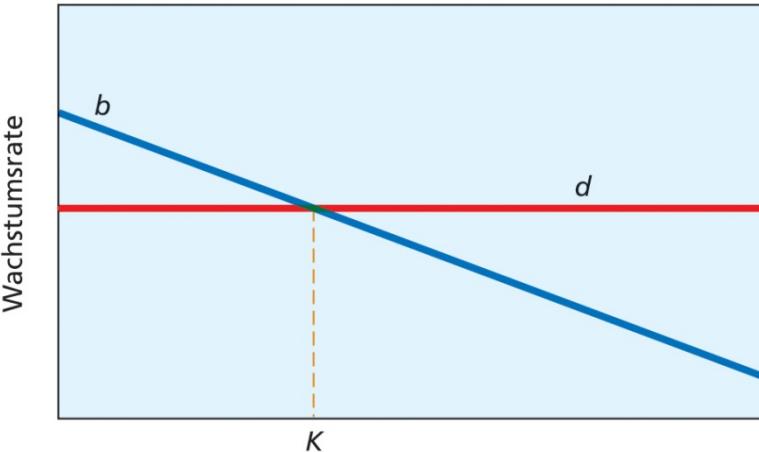
Wachstumsrate



Wachstumsrate



Wachstumsrate



$$r = b - d$$

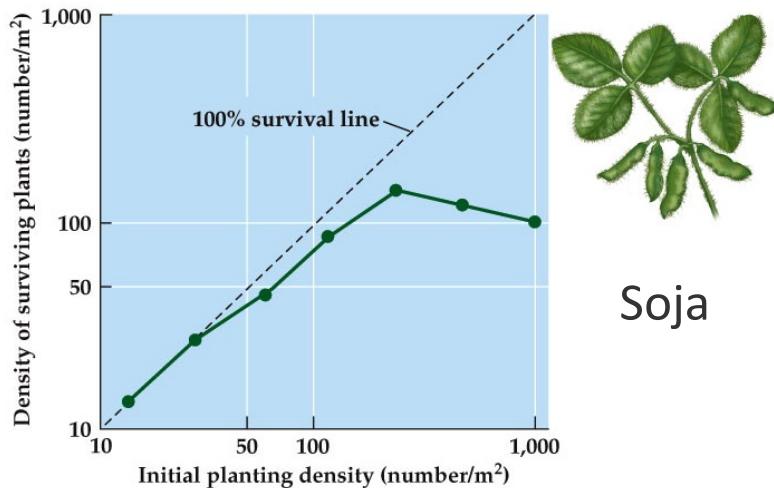
→ Populationsdichte muss Fekundität o. Mortalität beeinflussen, oder beides

→  $K$  bei  $b = d$

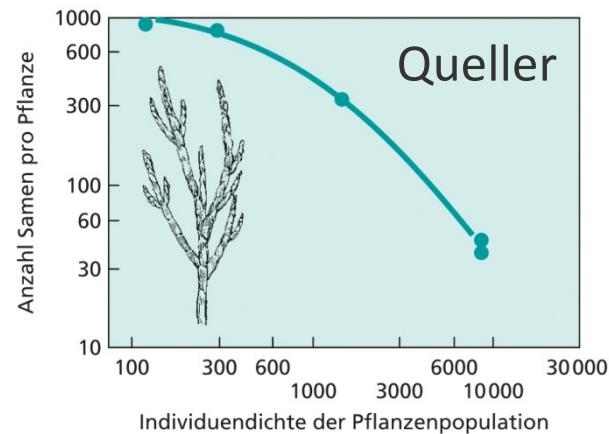
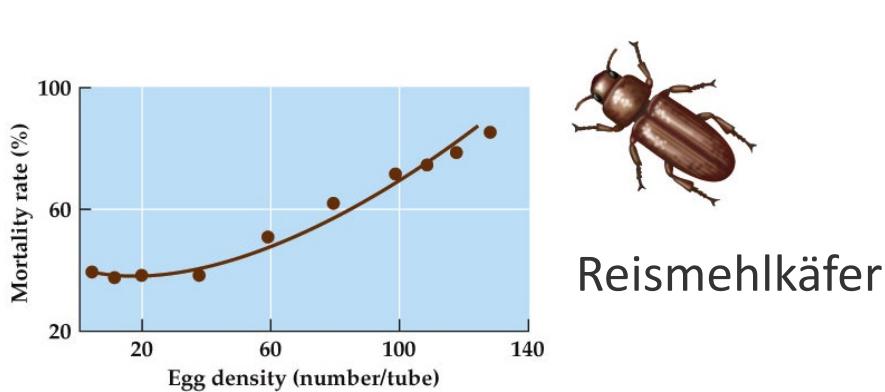
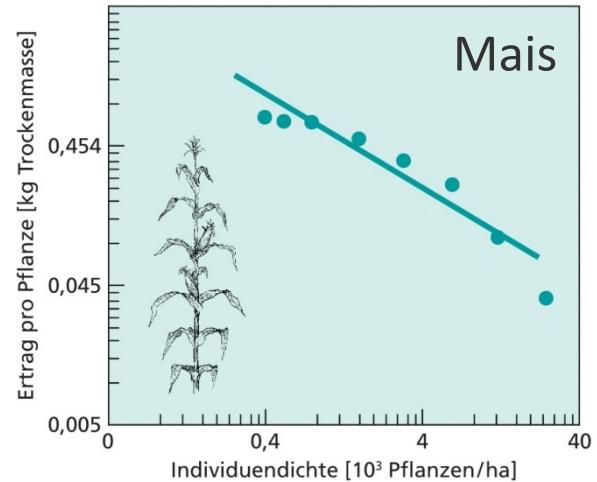


# Beispiele für Dichteabhängigkeit

## Dichteabhängige Mortalität

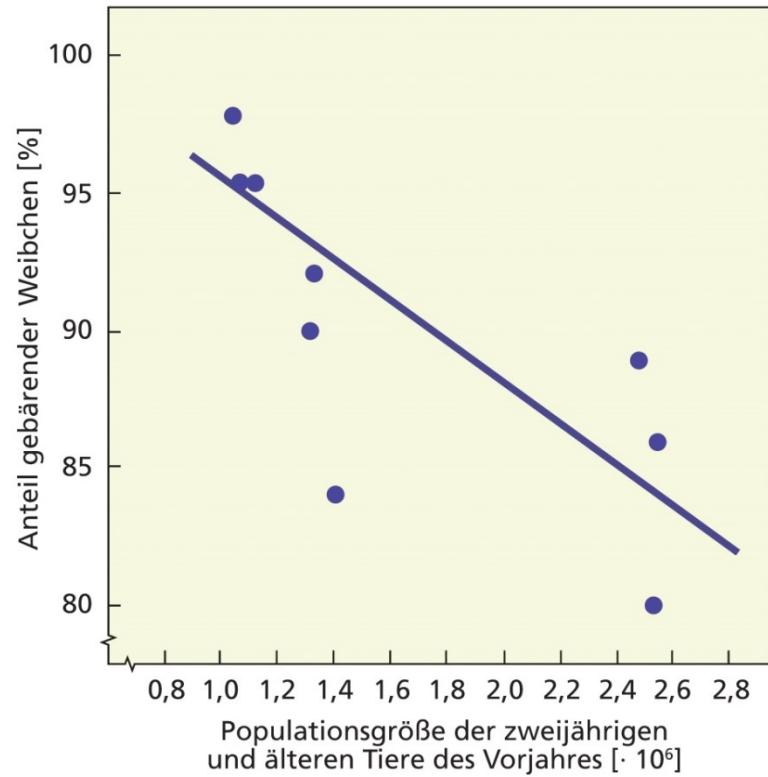
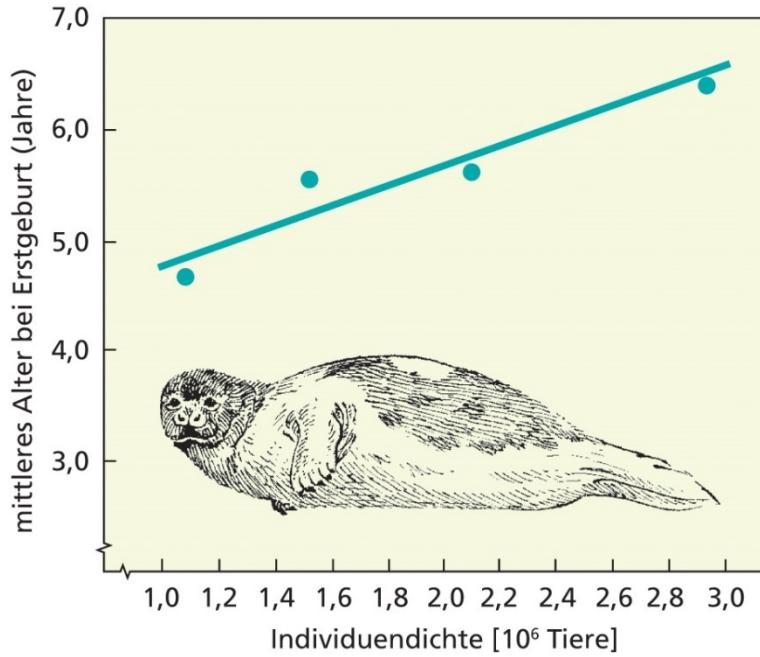


## Dichteabhängige Fekundität



# Beispiele für Dichteabhängigkeit

## Dichteabhängige Fekundität bei der Sattelrobbe



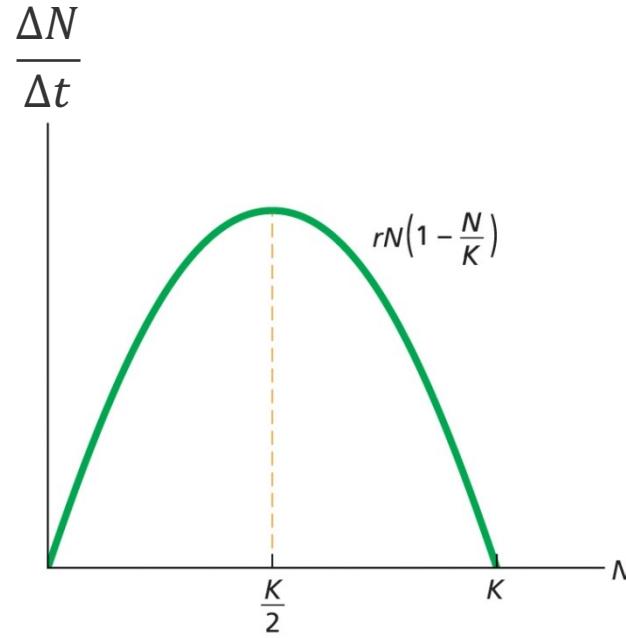
# Logistisches Populationswachstum

## Logistisches Wachstum

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = rN \left(1 - \frac{N}{K}\right)$$

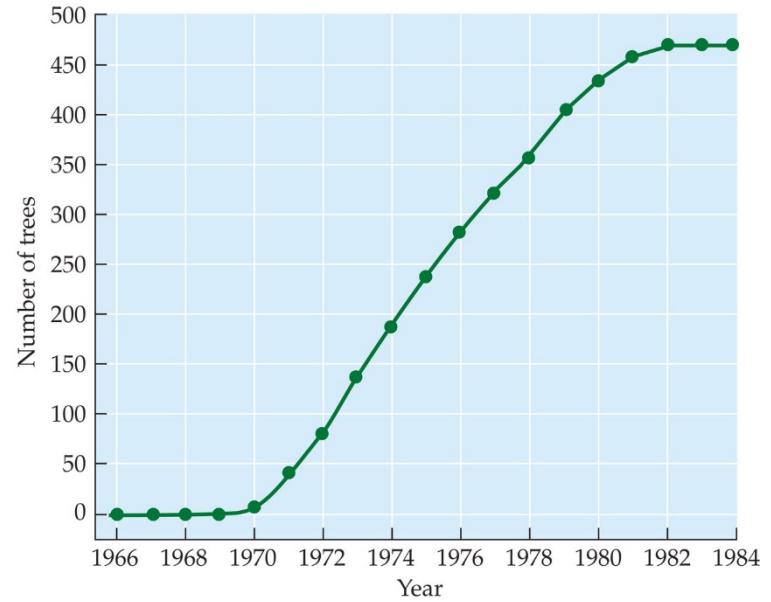
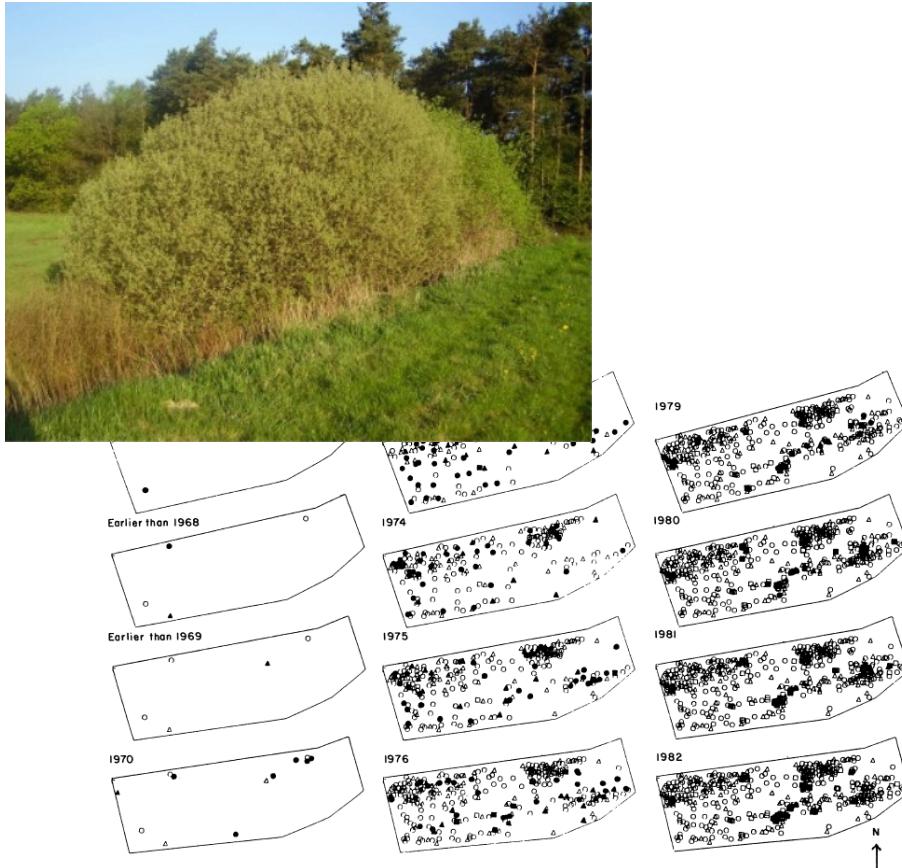
Nahezu exponentielles  
Wachstum bei kleinem  $N$

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} \rightarrow 0 \text{ wenn } N \rightarrow K$$



# Beispiel für logistisches Wachstum

Populationsdynamik einer Grauweiden-Population in Wales nach starker Abnahme der Kaninchendichte



Alliende & Harper (1989) *Journal of Ecology*



# Mechanismen der Dichteabhängigkeit?

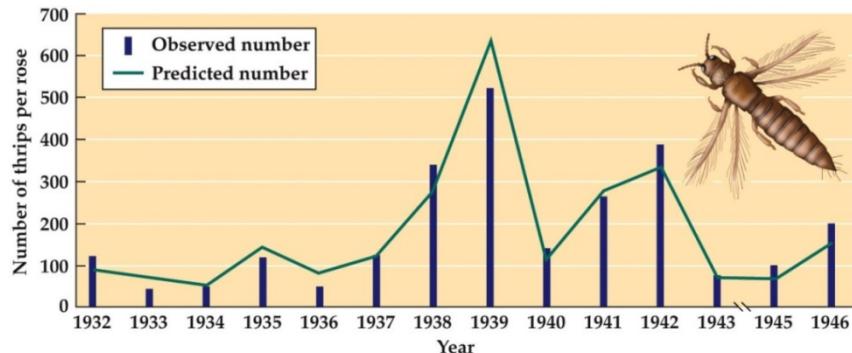
---

- > Konkurrenz um Ressourcen
- > Dichtestress (z.B. hormonal bei Säugetieren)
- > Revierverhalten
- > Krankheiten
- > Räuber
- > ...



# Dichteunabhängige Regulation von Populationen

- > Populationsdynamik kann auch durch Schwankungen der Umwelt beeinflusst werden.

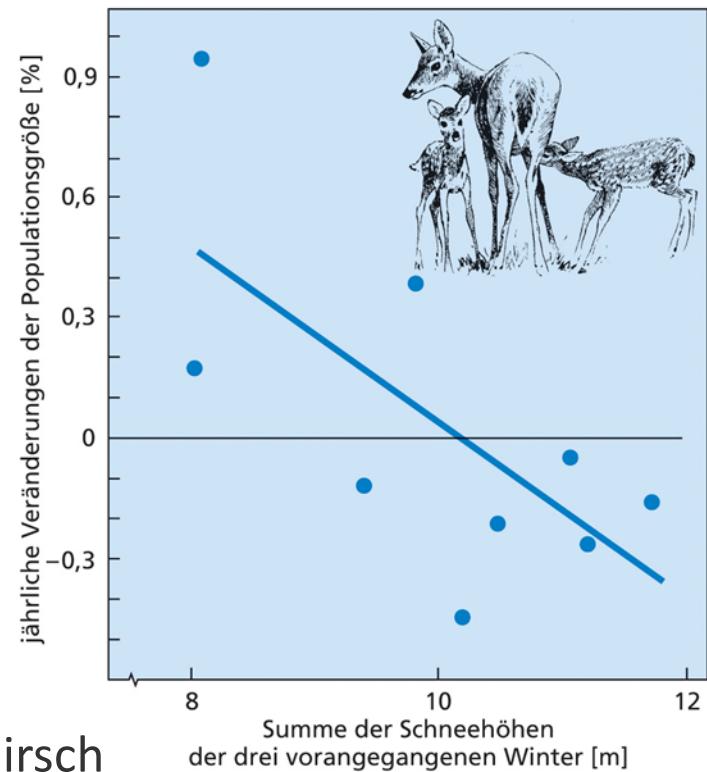


ECOLOGY 2e, Figure 9.13  
© 2011 Sinauer Associates, Inc.

## Populationsschwankungen von *Thrips imagines*

Andrewartha & Birch (1948)

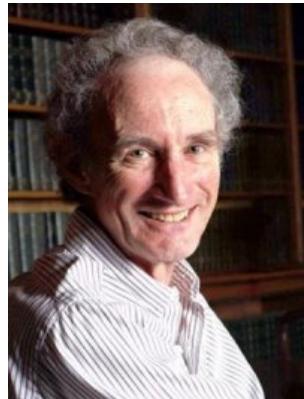
## Weißwedelhirsch in Minnesota



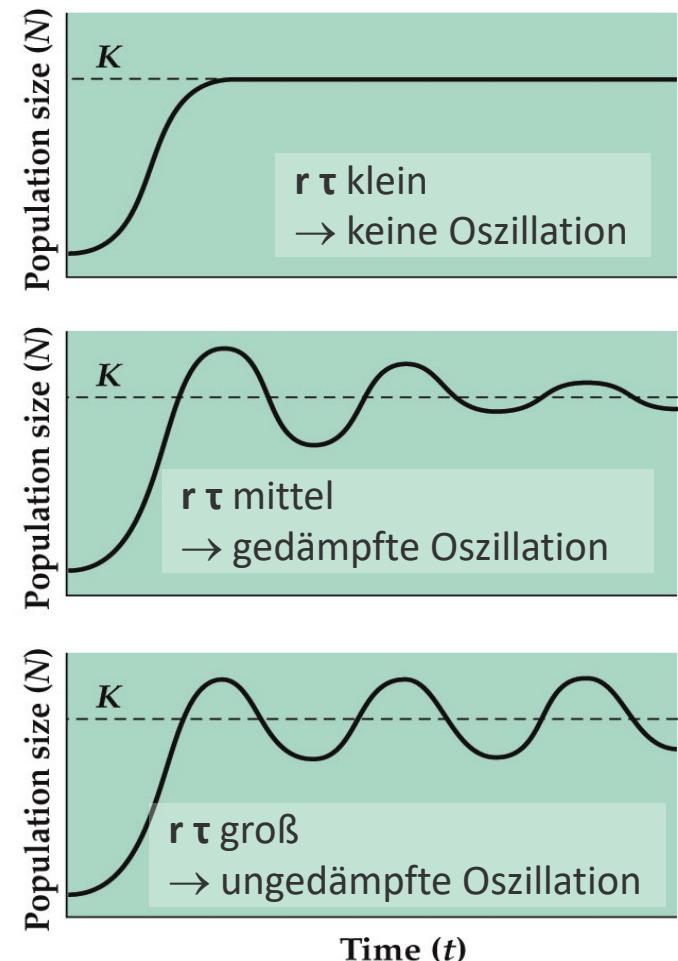
# Verzögerte Dichteabhängigkeit

Verzögerte Dichteabhängigkeit kann zu „Überschiessen“ der Population und Populationszyklen führen

$$N'(t) = r N(t) \left( 1 - \frac{N(t-\tau)}{K} \right)$$



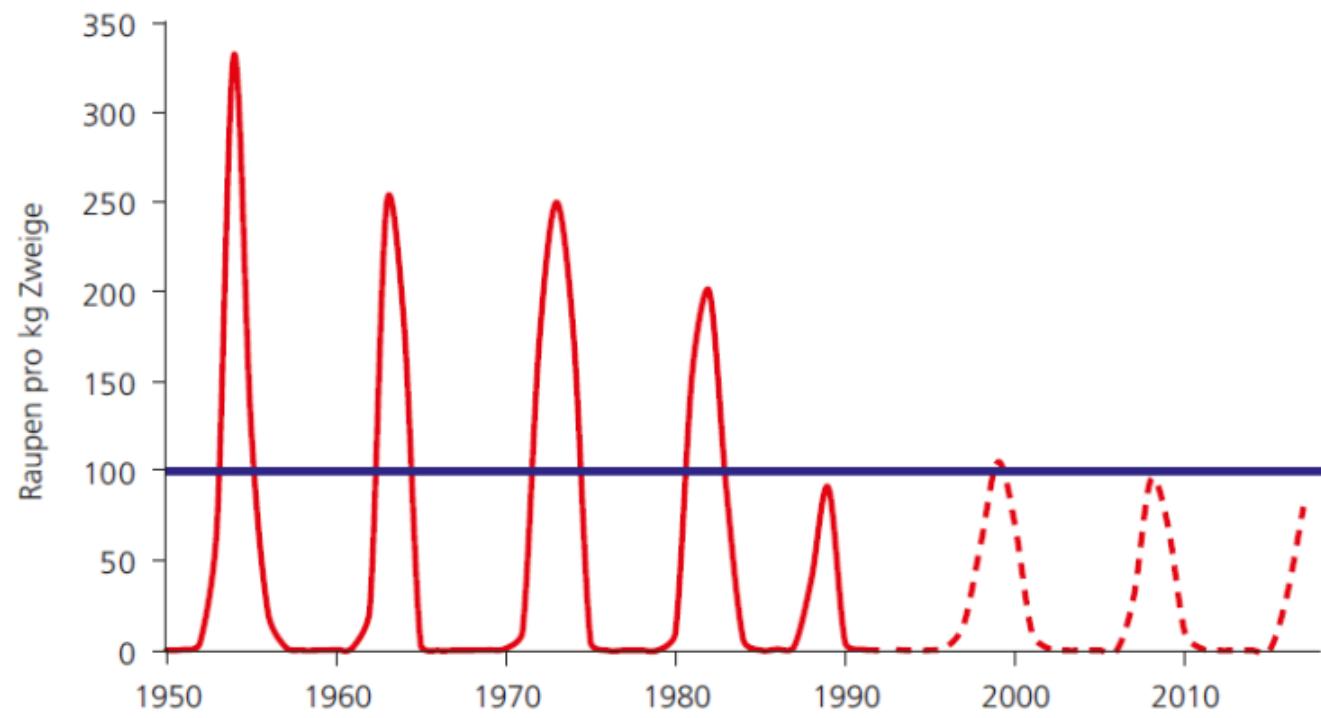
Robert May



May (1976) *Theoretical Ecology*

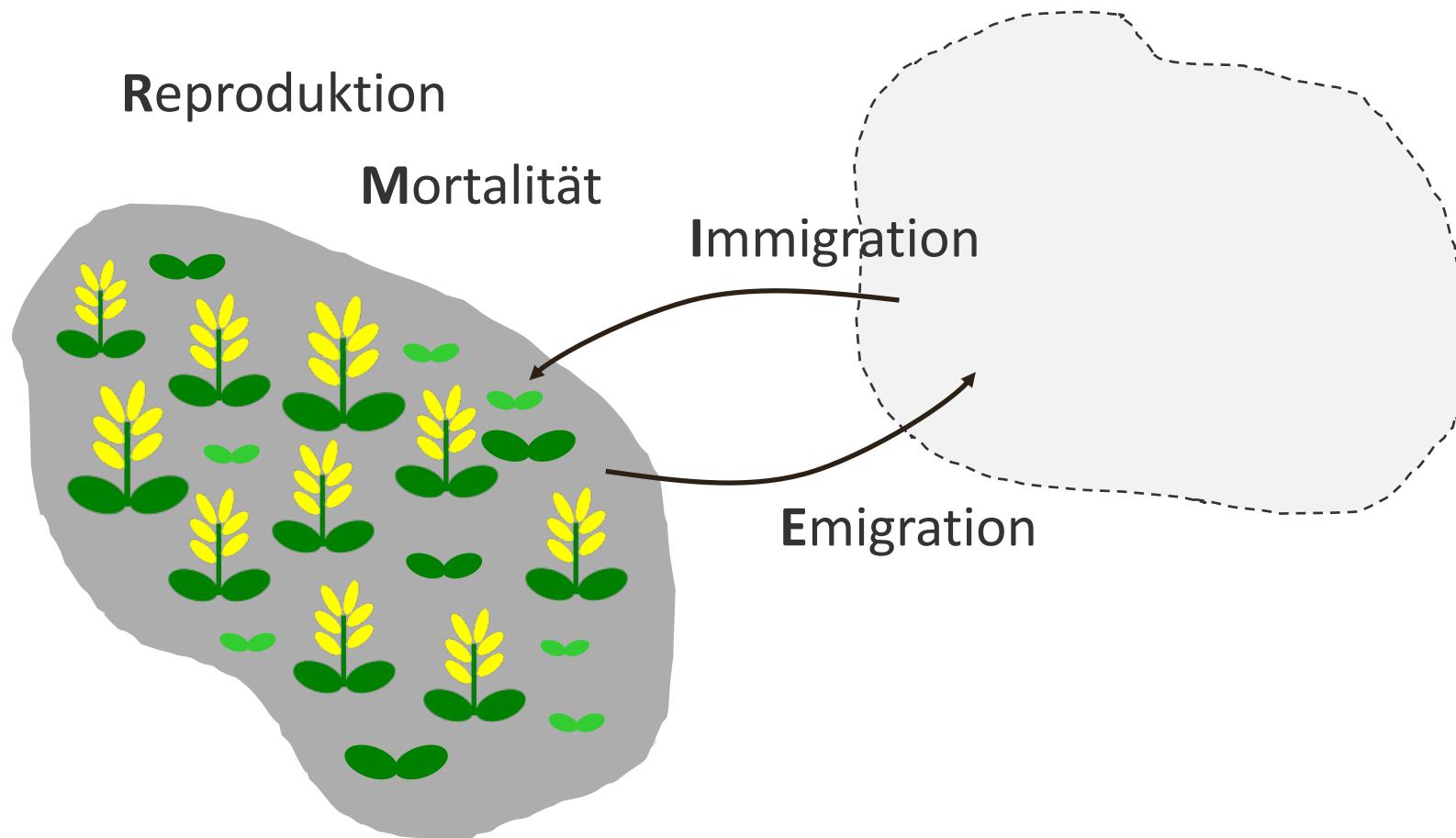


# Verzögerte Dichteabhängigkeit?

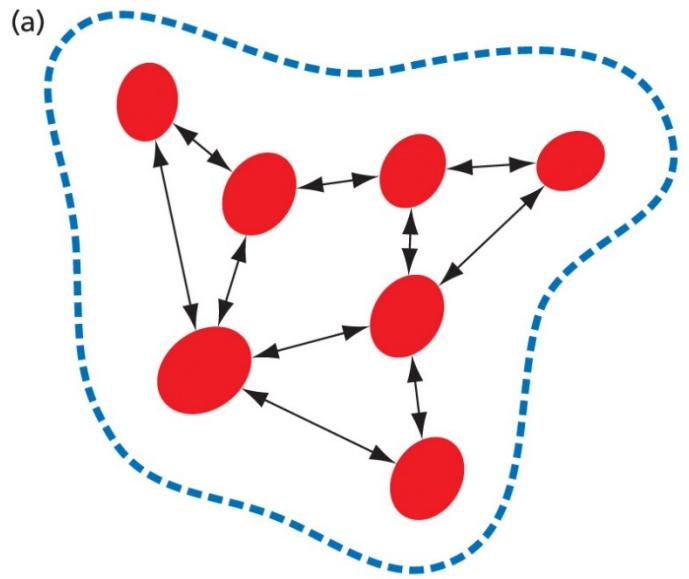


# Metapopulationen

# Offene Populationen



# Was ist eine Metapopulation?



Eine Population von (Sub-)Populationen mit bestimmten  
Eigenschaften

Levins 1969









Marbach

Hüttenstuhlburren

ÖDENWALDSTETTEN

L248

EGLINGEN

L249

Geißberg

Beim-Ludwigshof

L249

Steige

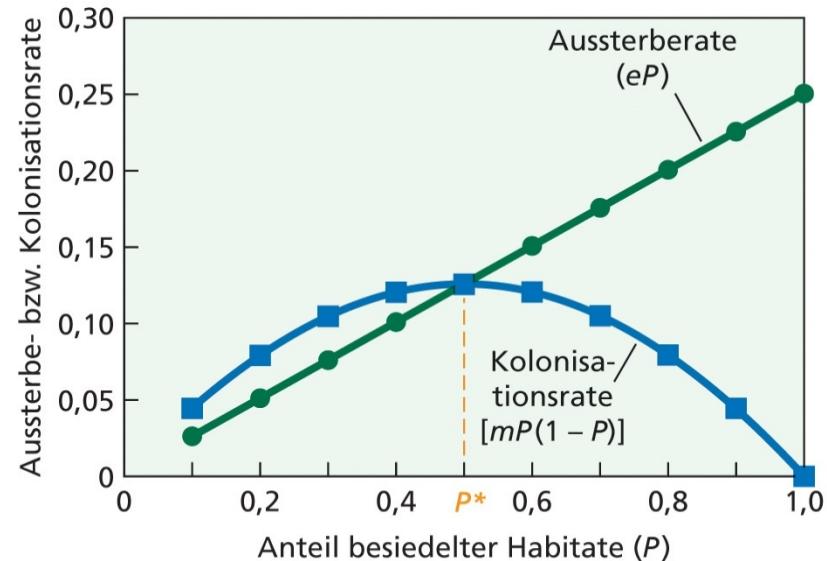
Hauptstraße

EHESTETTEN

# Levins' Modell

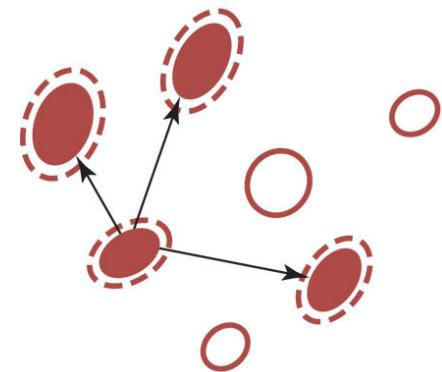
$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = mP(1 - P) - eP$$

$P$  = Anteil der besetzten Patches  
 $m$  = Kolonisierungsrate  
 $e$  = Extinktionsrate



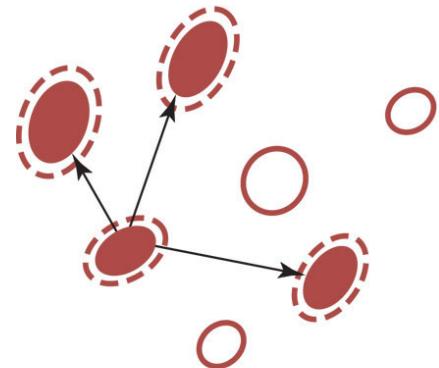
Gleichgewicht bei Extinktion = Kolonisierung

Viele unrealistische Annahmen

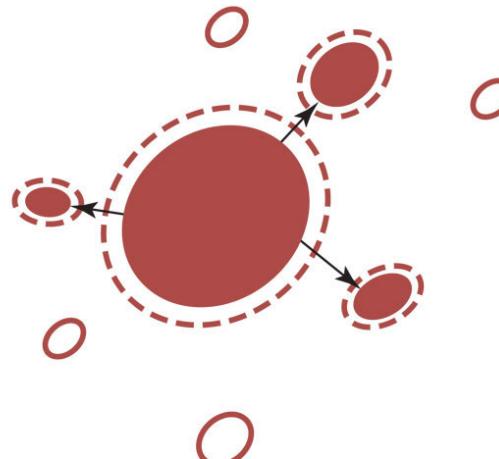


# Weniger striktes Metapopulationskonzept

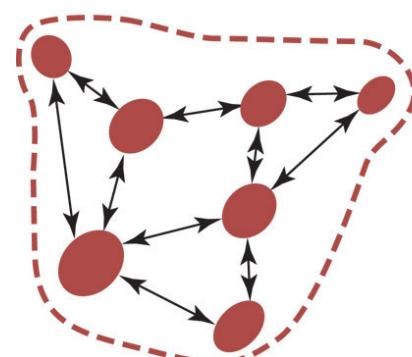
Classic Levins metapopulation



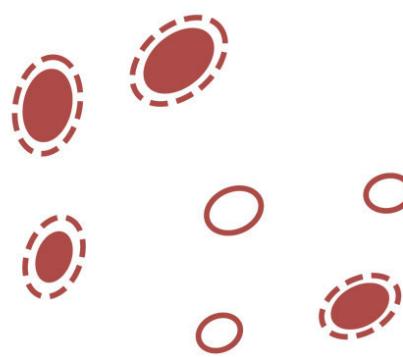
Mainland-Island



Patchy population



Non-equilibrium

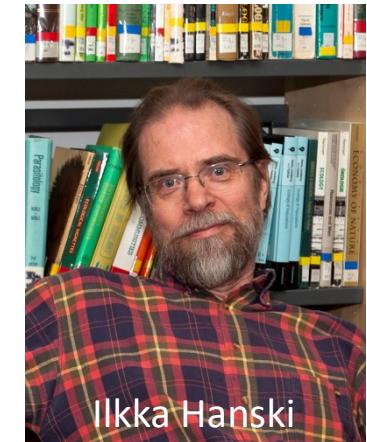


COMMUNITY ECOLOGY, Figure 12.3  
© 2012 Sinauer Associates, Inc.

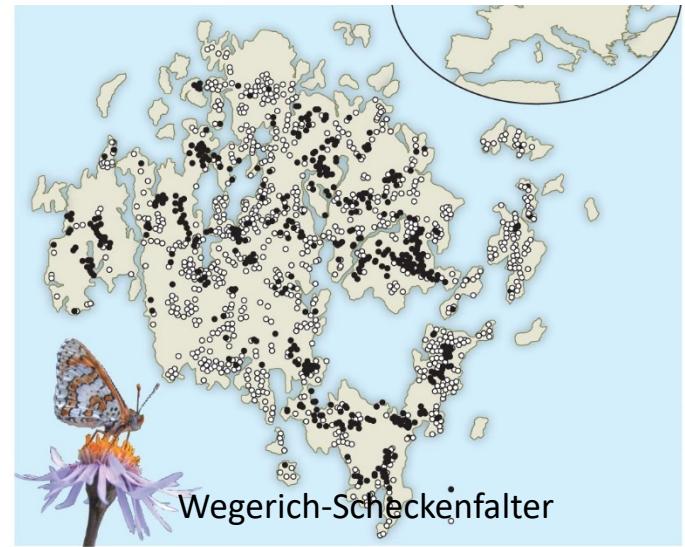


# Vier Bedingungen für eine Metapopulation

1. Habitat bildet diskrete Patches
2. Alle Populationen haben ein messbares Aussterberisiko
3. Nach lokalem Aussterben können Patches wiederbesiedelt werden
4. Die Dynamik verschiedener Populationen ist nicht synchron



Ilkka Hanski

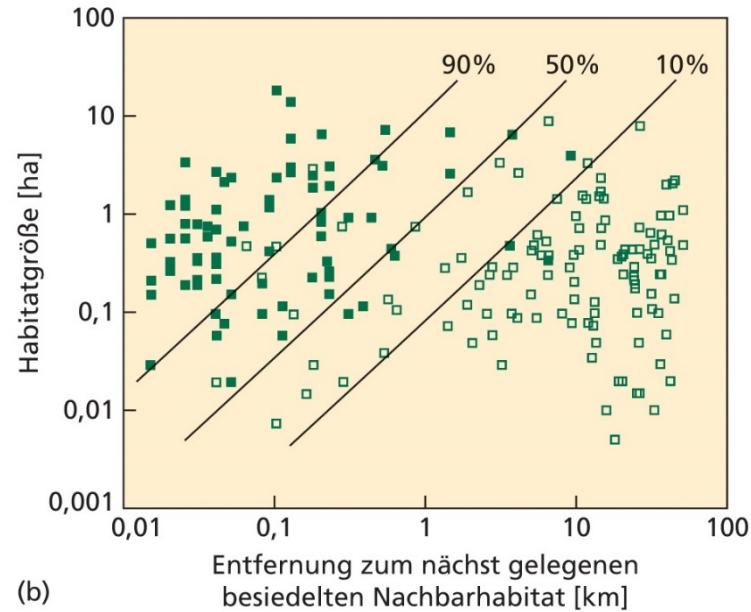


# Populationsgrösse und -isolation

- > Je grösser eine lokale Population, desto geringer das Aussterberisiko
- > Je isolierter eine Population, desto geringer die Wahrscheinlichkeit einer Rekolonisation



Komma-Dickkopffalter (*Hesperi comma*)



# Metapopulationen und Naturschutz

---

- > Metapopulationen sind Realität in fragmentierter Landschaft
- > Schutz besetzter und unbesetzter (potentieller) Habitate
- > Alles weitere in der Naturschutz-Vorlesung von Katja Tielbörger



*Life histories*

# Was sind *life histories*?

---

- > Wie schnell wachsen Individuen?
- > Wie lange leben Individuen?
- > Ab welchem Alter können sie Nachkommen produzieren?
- > Reproduzieren sie mehrmals oder nur einmal?
- > Wie viele und wie grosse Nachkommen werden produziert?
- > Erfolgt Reproduktion sexuell oder vegetativ?
- > Welcher Anteil der Ressourcen werden in Reproduktion “investiert”?



# Was sind *life histories*?

**Table 4** Gray Squirrel Fecundity Table

$x$	$I_x$	$b_x$	$I_x b_x$
0	1.0	0.0	0.00
1	0.3	2.0	0.60
2	0.15	3.0	0.45
3	0.09	3.0	0.27
4	0.04	2.0	0.08
5	0.01	0.0	0.00
$\Sigma$		10.0	1.40

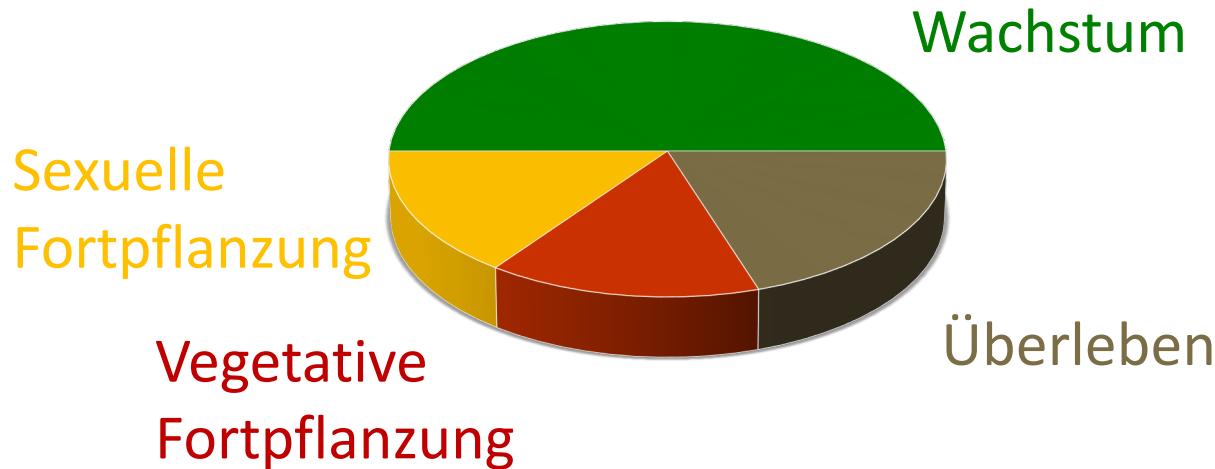
→ *Life history*-Merkmale definieren oder beeinflussen die *life table* einer Population!



# Trade-offs

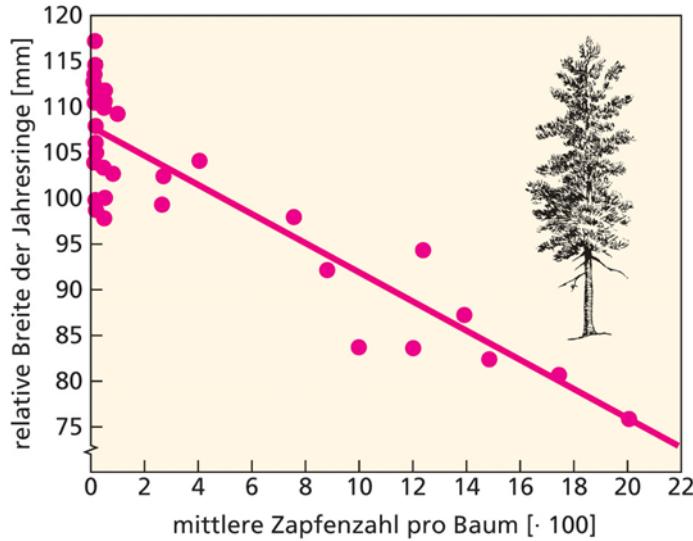
---

- > Problem: Ressourcen sind meist begrenzt
- > Allokation (= Investition) in eine Fitness-Komponente führt zu einer Reduktion in einer anderen Fitness-Komponente

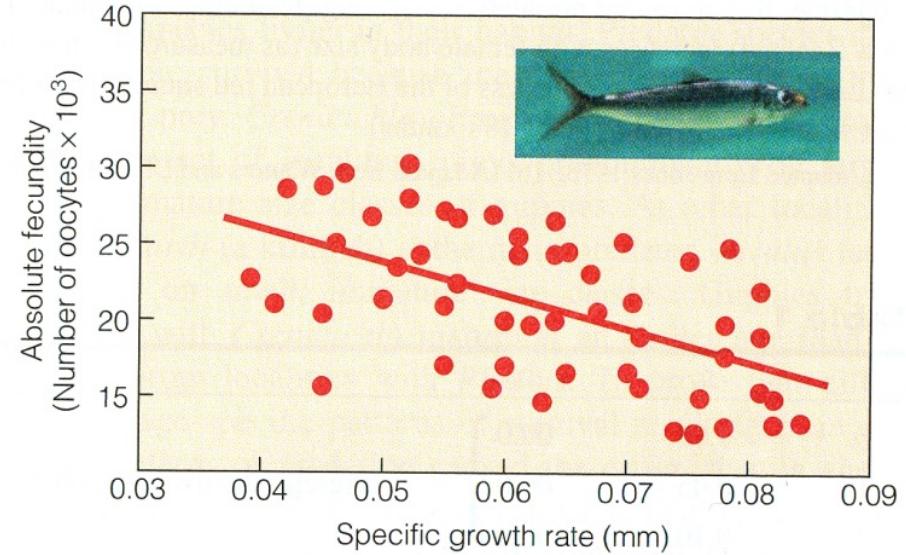


- > Unvermeidliche *trade-offs* zwischen verschiedenen *life history*-Merkmalen

# Reproduktion vs. Wachstum



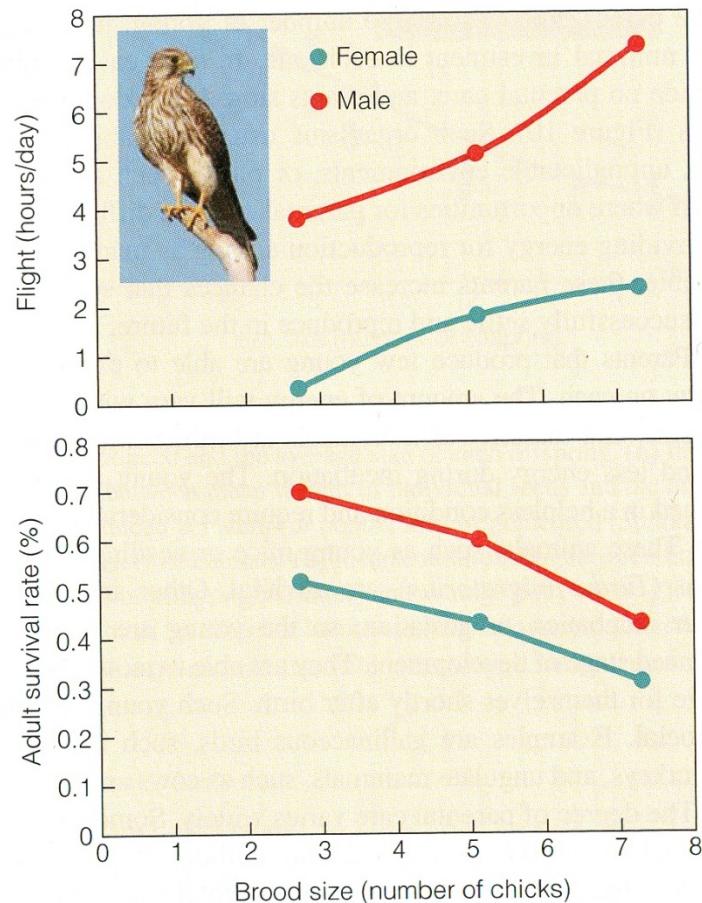
Reproduktion vs Wachstum bei  
der Douglasie



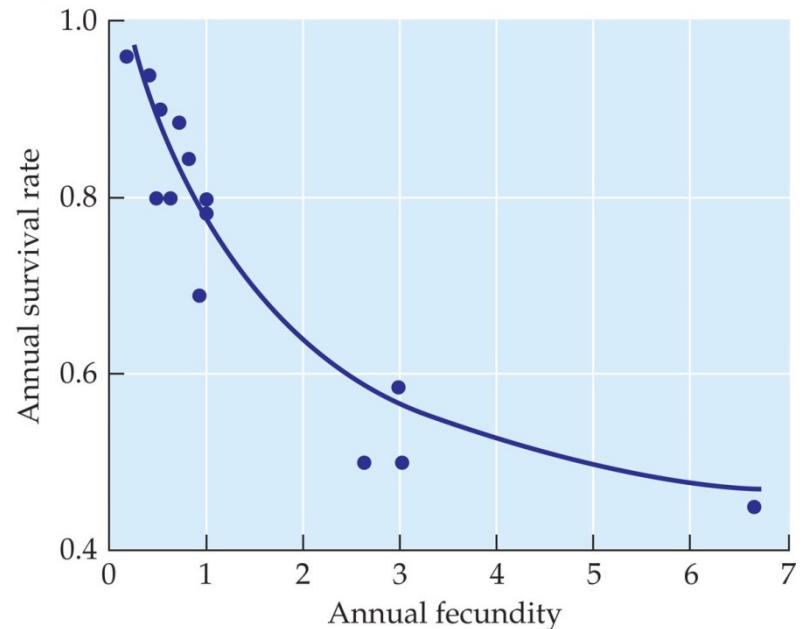
Reproduktion vs Wachstum bei  
der Sardine



# Reproduktion vs. Überleben



Reproduktion vs. Überleben  
beim Turmfalken

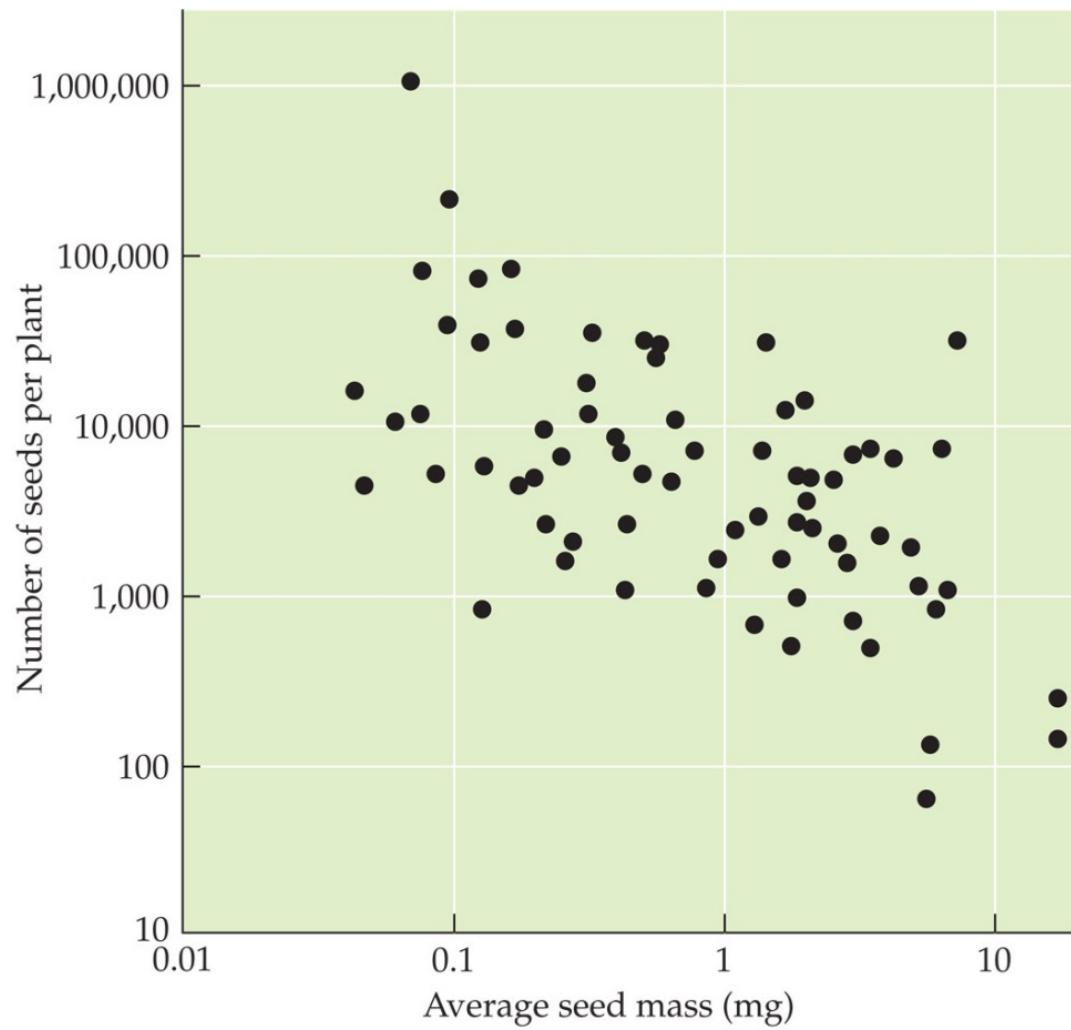


ECOLOGY 3e, Figure 7.18 (Part 1)  
© 2014 Sinauer Associates, Inc.

Daten für 14 Vogelarten  
Ricklefs (1977) Am Nat



# Größe vs Anzahl der Nachkommen



ECOLOGY 3e, Figure 7.16  
© 2014 Sinauer Associates, Inc.



# *Life history*-Strategien

- > Je nach Umweltbedingungen sind unterschiedliche *trade off*-Entscheidungen sinnvoll → *Life history*-Strategien widerspiegeln **Anpassungsstrategien** von Populationen oder Arten!



- > Typische **Merkmals-Syndrome** (= Kombinationen mehrerer Merkmale)
- > "Evolutionäre Lösungen für ökologische Probleme" (Stephen Stearns)



# Klassifikationen von *life history*-Strategien

Klassifikation nach der Anzahl der Reproduktionsereignisse im Leben eines Organismus:

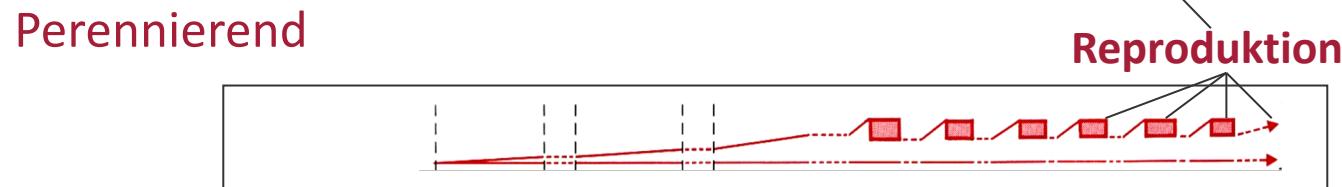
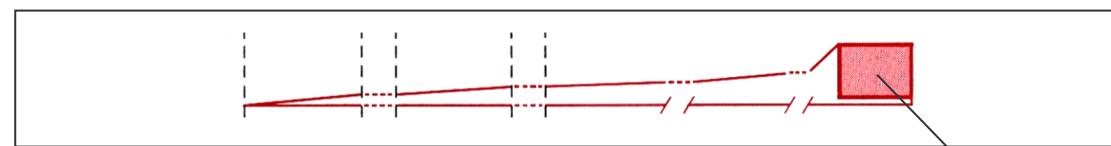
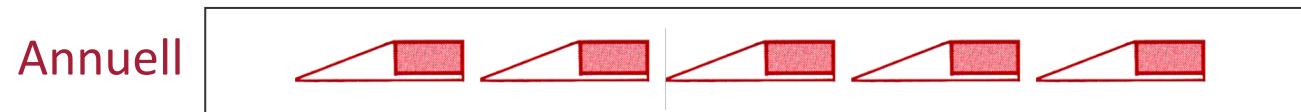
- > **Semelparitie:** einmalige Reproduktion *big bang*
- > **Iteroparitie:** mehrmalige Reproduktion



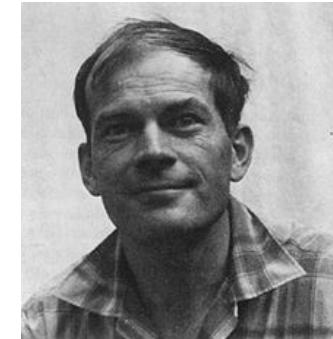
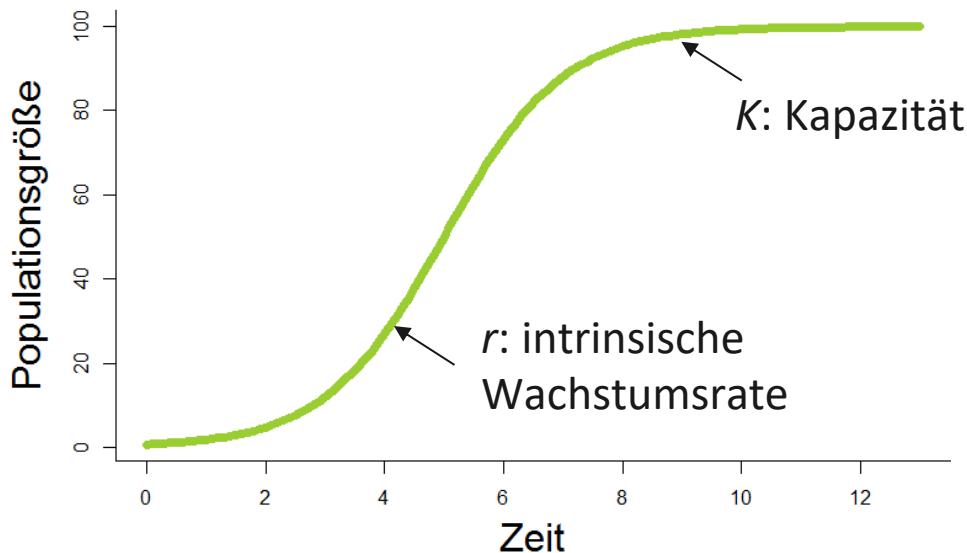
# Klassifikationen von *life history*-Strategien

Klassifikation nach der Anzahl der Reproduktionsereignisse im Leben eines Organismus:

- > **Semelparitie:** einmalige Reproduktion
- > **Iteroparitie:** mehrmalige Reproduktion



# *r*- versus *K*-Strategie



Robert MacArthur

***r*-Strategie:** Selektion auf hohe Fitness in schnell wachsenden Populationen (z.B. in frisch gestörten Habitaten und bei niedriger Dichte)

***K*-Strategie:** Selektion auf hohe Fitness in stabilen Populationen nahe  $K$  (z.B. in stabilen Habitaten und bei dichten Populationen)

# *r*- versus *K*-Strategie

*r*-selektierte Arten



*K*-selektierte Arten



# *r*- versus *K*-Strategie: Merkmale

---

## *r*-Strategie

- > Kurzlebig
- > Schnelles Wachstum/Entwicklung
- > Viele kleine Nachkommen
- > Mortalität oft hoch
- > Oft semelpar

## *K*-Strategie

- > Langlebig
- > Langsames Wachstum/Entwicklung
- > Wenige grosse Nachkommen
- > Niedrige Mortalität
- > Meist iteropar

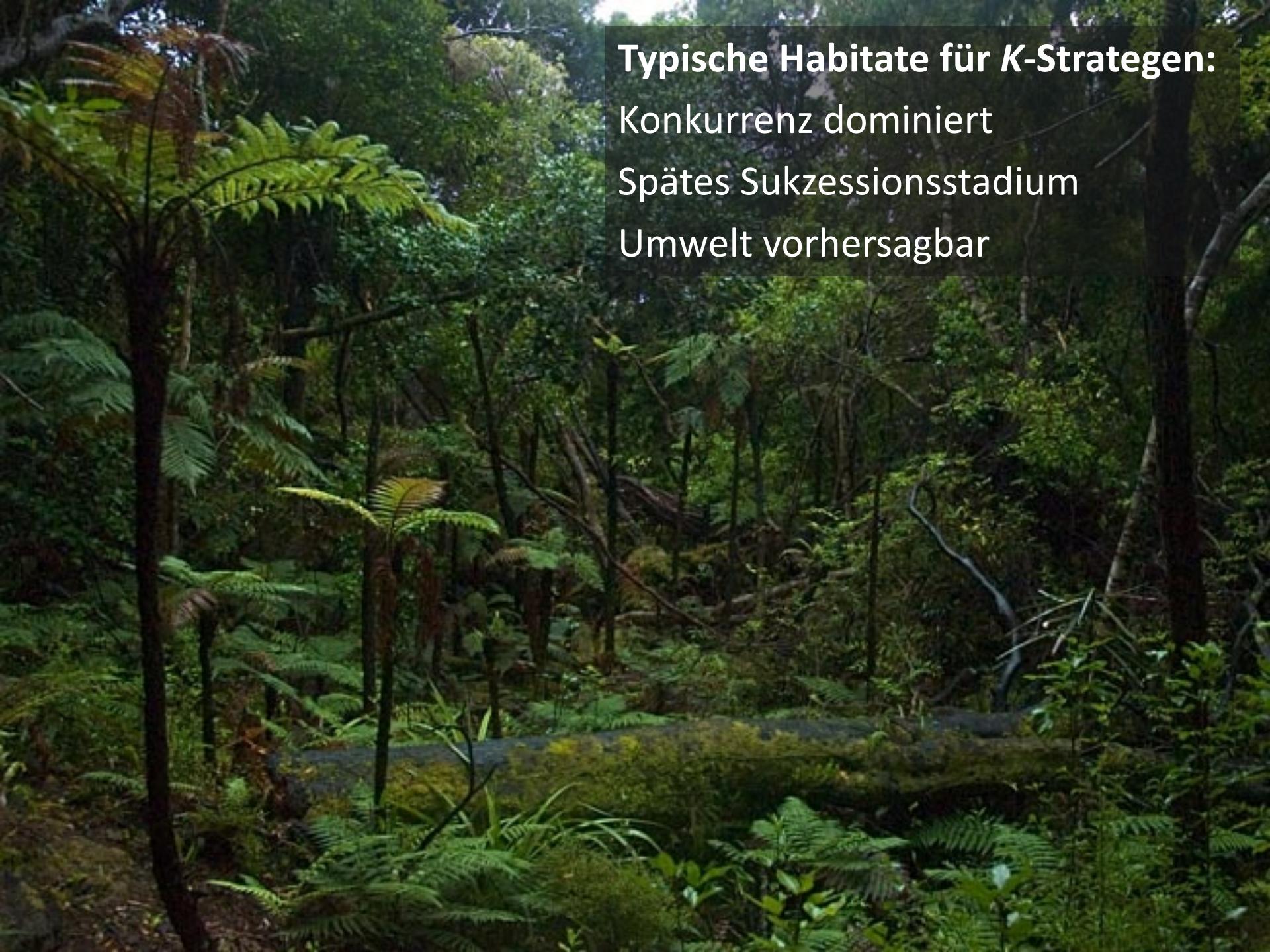
*Live fast, die young*

*Langsam aber sicher*



A wide-angle photograph of a desert landscape during a super bloom. The foreground is covered in a dense carpet of small, colorful flowers in shades of purple, yellow, and white. In the middle ground, several tall, dry, golden-brown shrubs stand out against the green and yellow. In the background, a range of rugged, light-colored mountains rises under a clear blue sky.

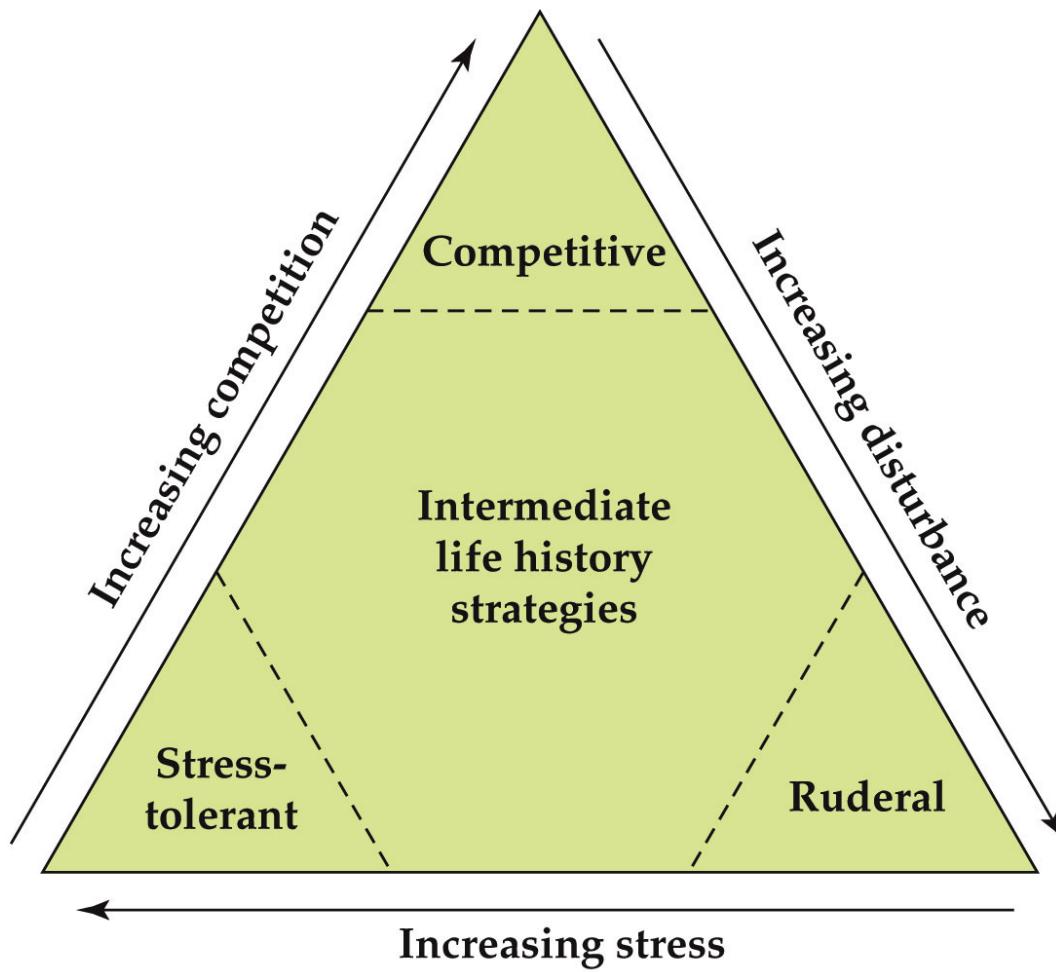
**Typische Habitate für *r*-Strategen:**  
Abiotische Faktoren dominieren  
Frühes Sukzessionsstadium  
Umwelt unvorhersagbar



**Typische Habitate für K-Strategen:**

- Konkurrenz dominiert
- Spätes Sukzessionsstadium
- Umwelt vorhersagbar

# CSR-Strategie-Schema



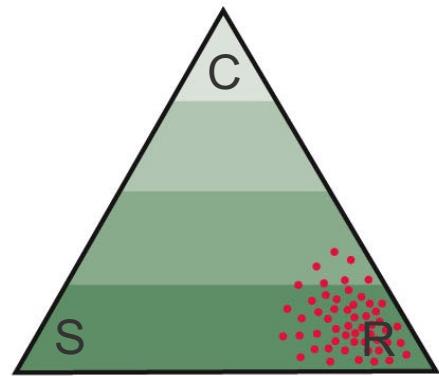
ECOLOGY 2e, Figure 7.12  
© 2011 Sinauer Associates, Inc.



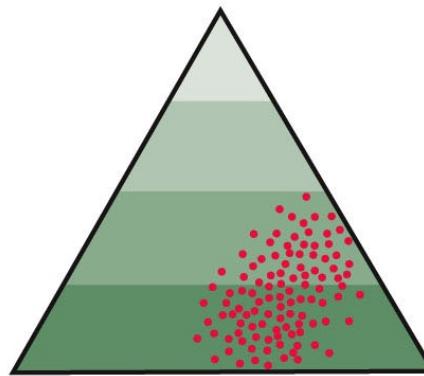
Phil Grime



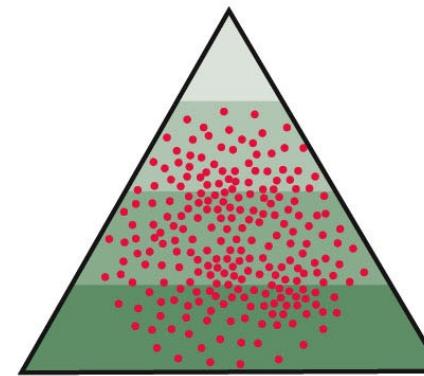
# CSR-Strategie-Schema



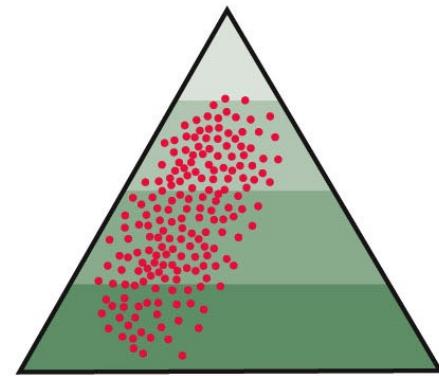
Einjährige Pflanzen



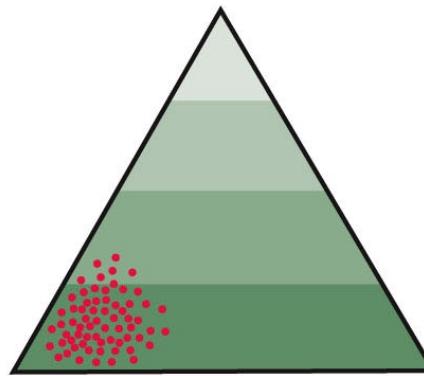
Zweijährige Pflanzen



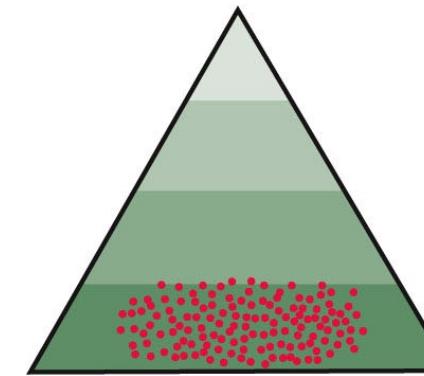
Mehrjährige Pflanzen



Bäume und Sträucher



Flechten

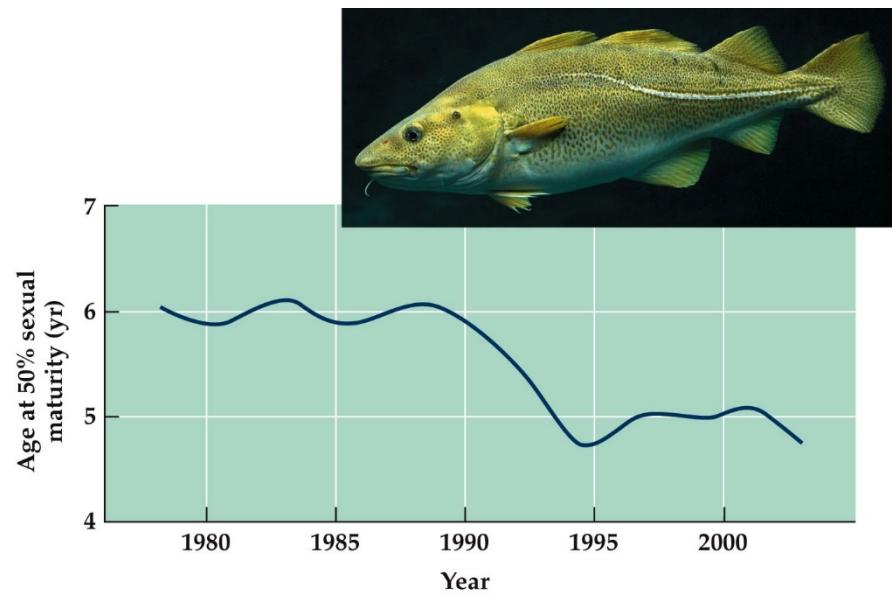
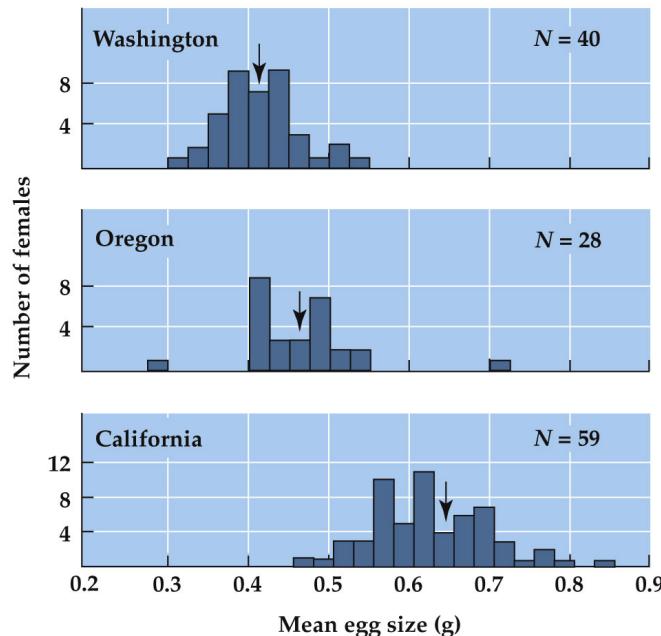


Moose



# Plastizität und Evolution von *Life history* Strategien

- > *Life history*-Strategien variieren nicht nur zwischen sondern auch innerhalb von Arten → Mikroevolution und Anpassung möglich
- > Life history Strategien sind plastisch →  $P = G + E + GxE$



# Was Sie nach dieser Vorlesung wissen sollten

---

- > Mechanismen der Dichteabhängigkeit und Populationsregulation
- > Logistisches Populationswachstum
- > Konzept der Metapopulation
- > *Life histories* und *trade-offs*
- > *Life history*-Strategien: *r-/K*-Strategie und CSR-Schema
- > LH-Strategien sind plastisch und können evolvieren.

