

Einführung in die Ökologie

SS 2008

Marco Tschapka
Experimentelle Ökologie / Bio III
Universität Ulm

Verhalten von Prädatoren

- **Prädation**: Die Konsumption eines Organismus (**Beute**) durch einen anderen Organismus (**Räuber = Prädator**), wobei die Beute beim ersten Kontakt noch lebt.
- Schließt „echte“ **Räuber**, **Weidegänger**, **Parasiten** und **Parasitoide** ein.
- Heute: **Nahrungswahlverhalten**

Verhalten von Prädatoren

- Breite und Zusammensetzung des Nahrungsspektrums:
 - monophag (ein Beutetyp)
 - oligophag (wenige Beutetypen)
 - polyphag (viele Beutetypen)
- Spezialisten (Monophage, z. B. Parasitoide) & Generalisten (Oligo- und Polyphage; z. B. die meisten „echten“ Räuber; Herbivore decken beide Kategorien gleichmäßig ab)

Biologische Kontrolle mittels Herbivorie: Bsp. Opuntien in Australien



Vor Aussetzen der Kaktusmotte *Cactoblastis*

Biologische Kontrolle



Nach Aussetzen der Kaktusmotte

Verhalten von Prädatoren

- **Nahrungspräferenzen:**
Nahrungszusammensetzung und Verfügbarkeit muß untersucht werden, um Präferenzen (Selektivität) feststellen zu können
 - **Ausgleichspräferenz** (balanced preference): **Mischkost** wird bevorzugt
 - **Rangpräferenz** (ranked preference): **hochwertigste** Nahrung wird bevorzugt

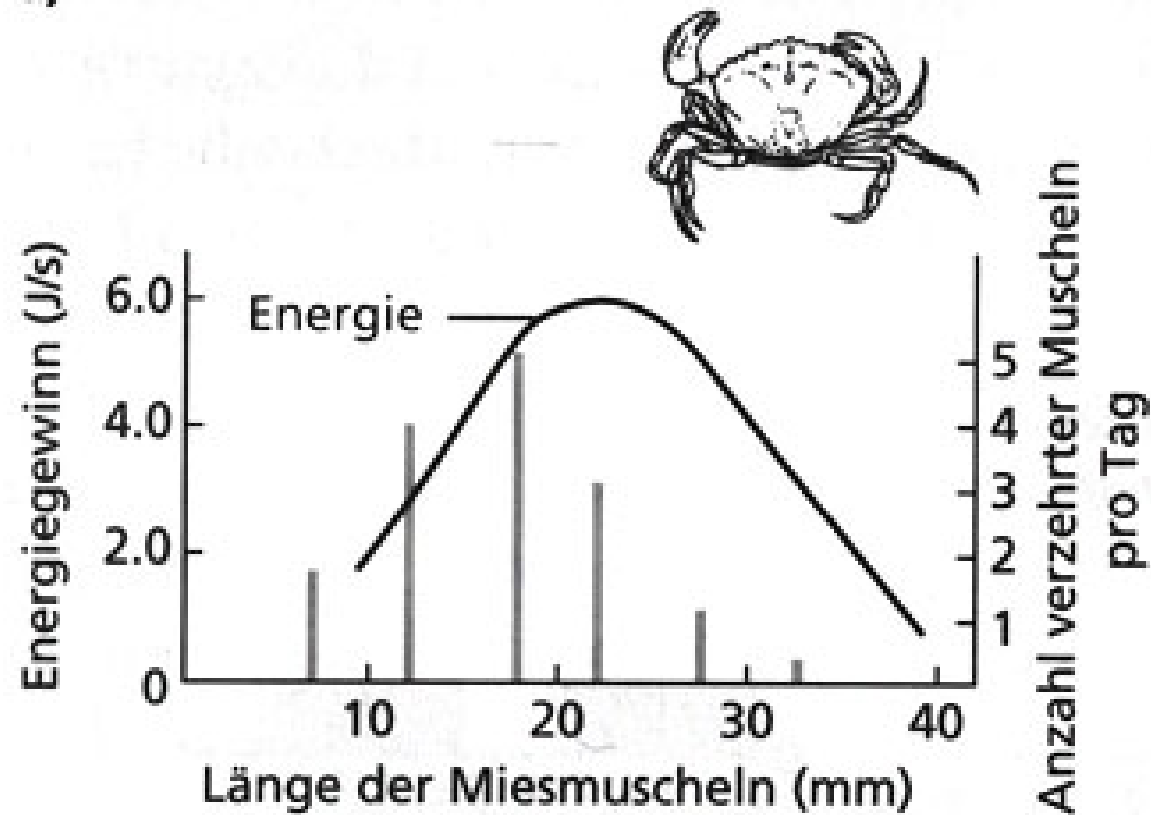
Verhalten von Prädatoren:

Nahrungswahl: Rangpräferenz

- Profitabelste d. h. **energiereichste** Beute wird gewählt, wenn Angebot es zuläßt.
- Bei Carnivoren oft relativer **Energiegehalt** der verschiedenen Beuteorganismen **ähnlich**, daher meist **Größen**abhängigkeit der Wahl.
- **Handling**: Handhabung der Beute ist wichtiger Parameter, da dieser den Energiegewinn eines Organismus maßgeblich mitbestimmt. **Aufwand**, um an Energie zu gelangen!

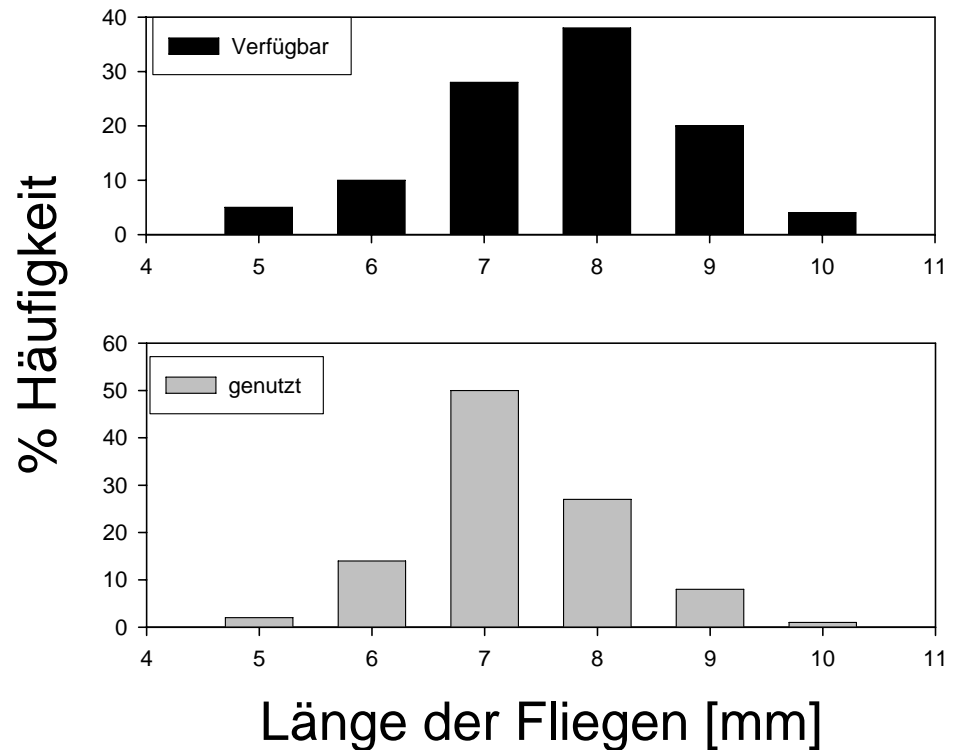
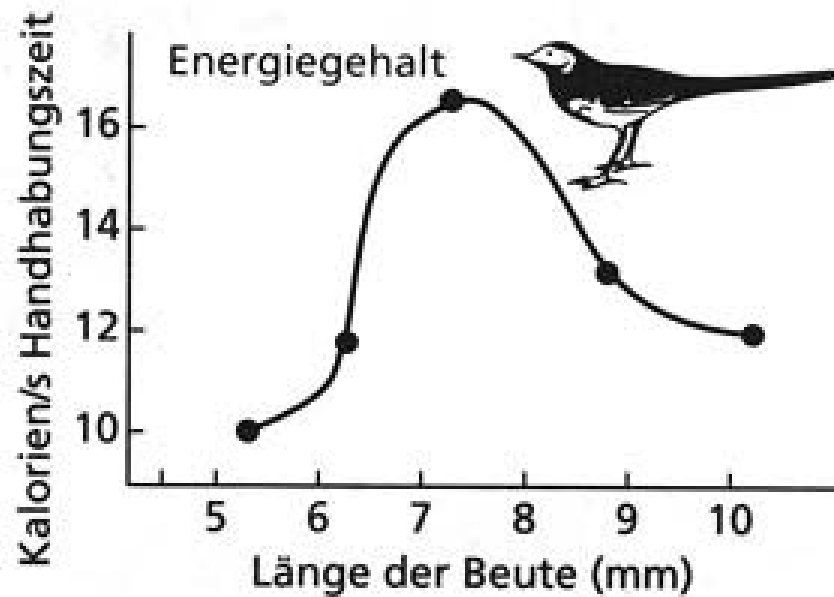
Taschenkrebs und Miesmuscheln

a)



Bachstelze und Fliegengrösse

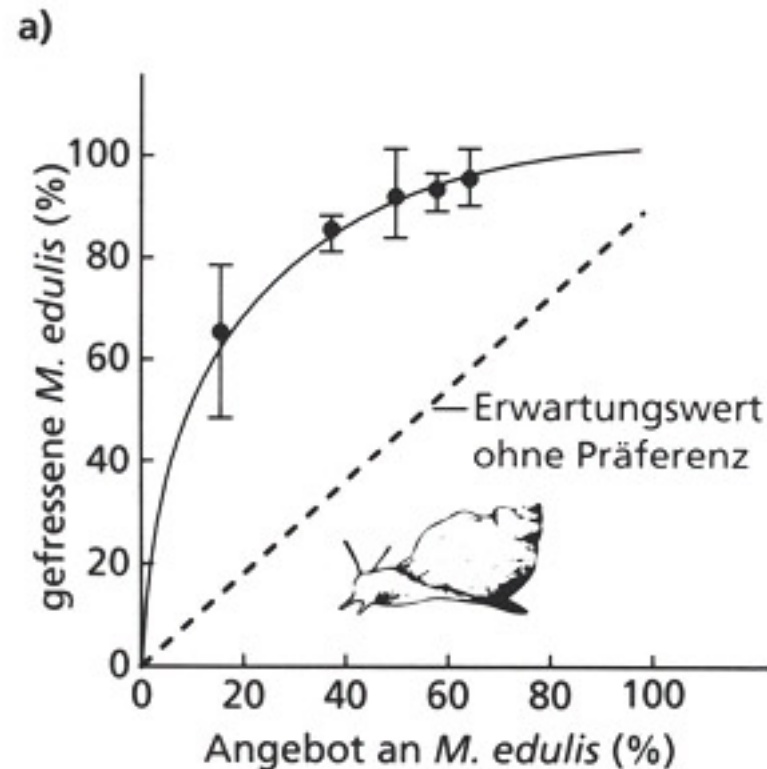
b)



Präferenzen

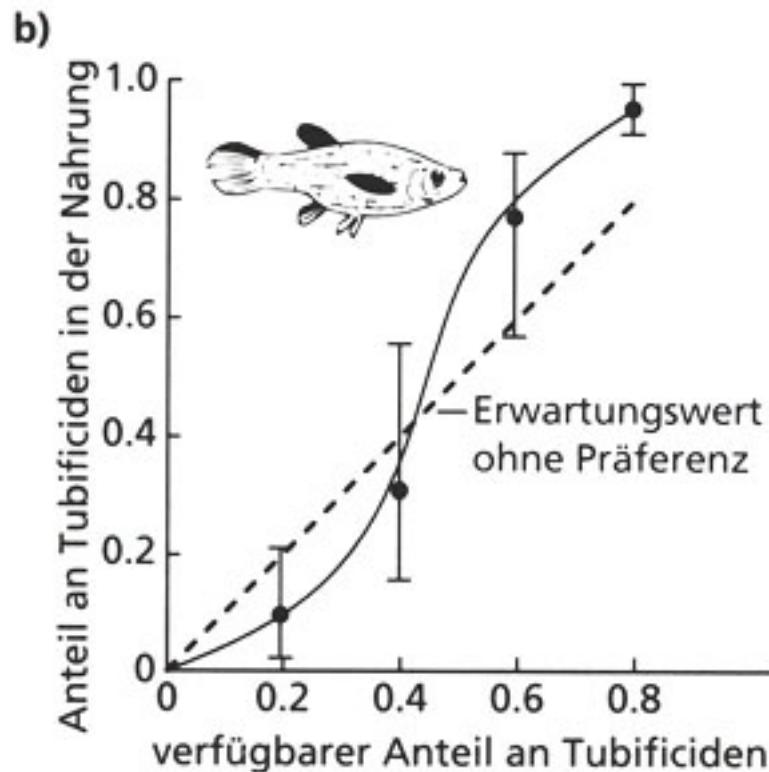
- Wann lohnt es sich welche Beute bzw. Strategie zu nutzen, um den **Energiegewinn** zu maximieren?

Fixierte Präferenz

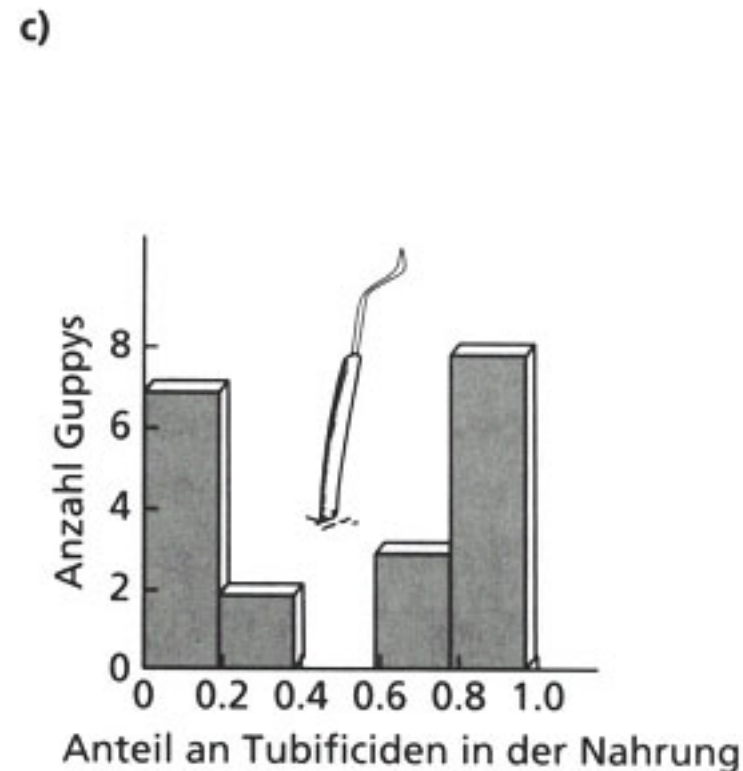


Angebot: zwei Miesmuscheln, *Mytilus edulis* & *M. californicus* in **verschiedenen** Mengenverhältnissen
Aber: **Bevorzugung dünn**schaliger *Mytilus edulis*

Guppies: dichteabhängiger Präferenzwechsel (Tubifex & Taufiegen)



überpropor-
tionale Präferenz der
häufigeren Beute

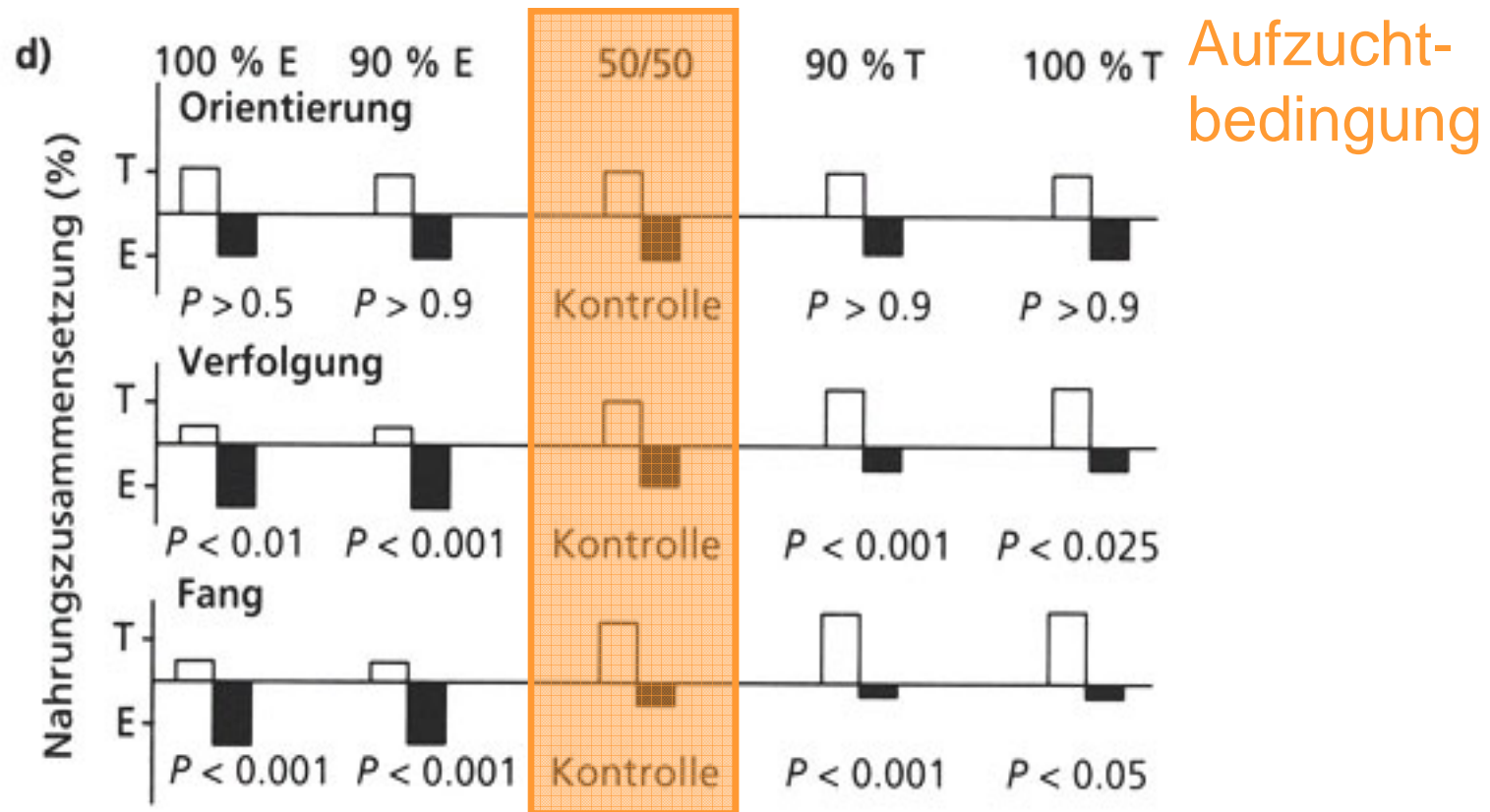


bei anteilmässig gleichem
Beuteangebot individuelle
Präferenzen der Fische

Verhalten von Prädatoren

- Nahrungswahl
- Individuelle Erfahrung prägt Nahrungswahl!

Nahrungswahl bei Libellenlarven



Angebot im Experiment immer gleich: Angebot 50% Tubifex (T) zu 50% Eintagsfliegenlarven (E).
Jedoch **unterschiedliche** Aufzuchtbedingungen

Optimal foraging: optimaler Nahrungserwerb

- Nahrungswahlstrategien sind effizienzbasiert!
- ➔ Vorhersage, welche Strategie des Nahrungserwerbs unter bestimmten Bedingungen die **effizienteste** ist und daher angenommen werden sollte.

- Annahmen für erfolgreiche Vorhersagen:
 - Nahrungserwerb durch natürliche Selektion auf (maximale) Steigerung der **Fitneß** “optimiert”
 - hohe Fitneßwerte = hohe **Nettoenergieaufnahme** (=Bruttoenergieaufnahme - energetische **Kosten**)
 - Überprüfung im **experimentellen** Ansatz in naturähnlicher Situation

Einflußgrößen

- Energieaufnahme beeinflusst von:
 - Suchzeit (search time)
 - Handhabungszeit (handling time)
 - Ergiebigkeit (Qualität, Abundanz) der Nahrung

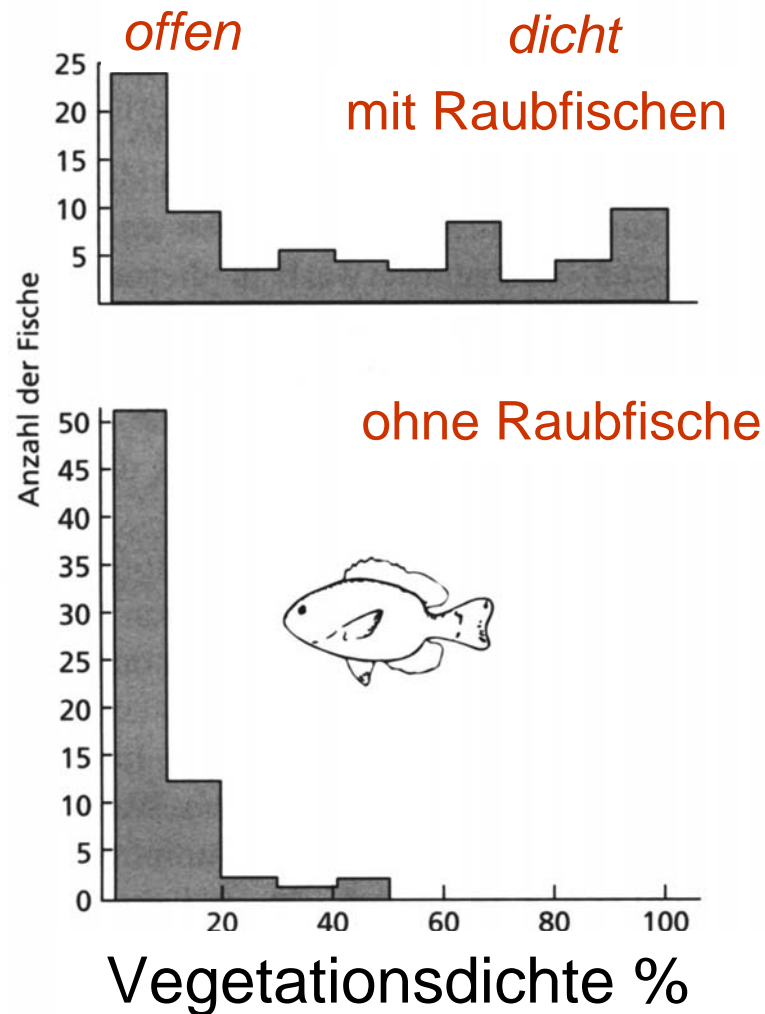
Optimal Foraging

- Reihe von Modellen, die Aussagen zu Entscheidungen bei der Nahrungssuche machen.
- Beispiel: Vorhersagen zum **Nahrungsspektrum**
 - Bei niedriger Beutedichte → lange Suchzeit → Suchdauer bis zum Finden von optimalen Nahrungsquellen zu lange → Präferenz für energiereiche Nahrung sollte weniger stark ausgeprägt sein!

Nahrungserwerbstrategien

- Maximierung der Nahrungsaufnahmeeffizienz (Nettoenergiegewinn) ist essentiell
- Aber: auch gegenläufige Bedürfnisse wie **Feindvermeidung** beeinflussen Strategie
- Endergebnis: Maximierung der **generellen Fitneß** muß im Vordergrund stehen!

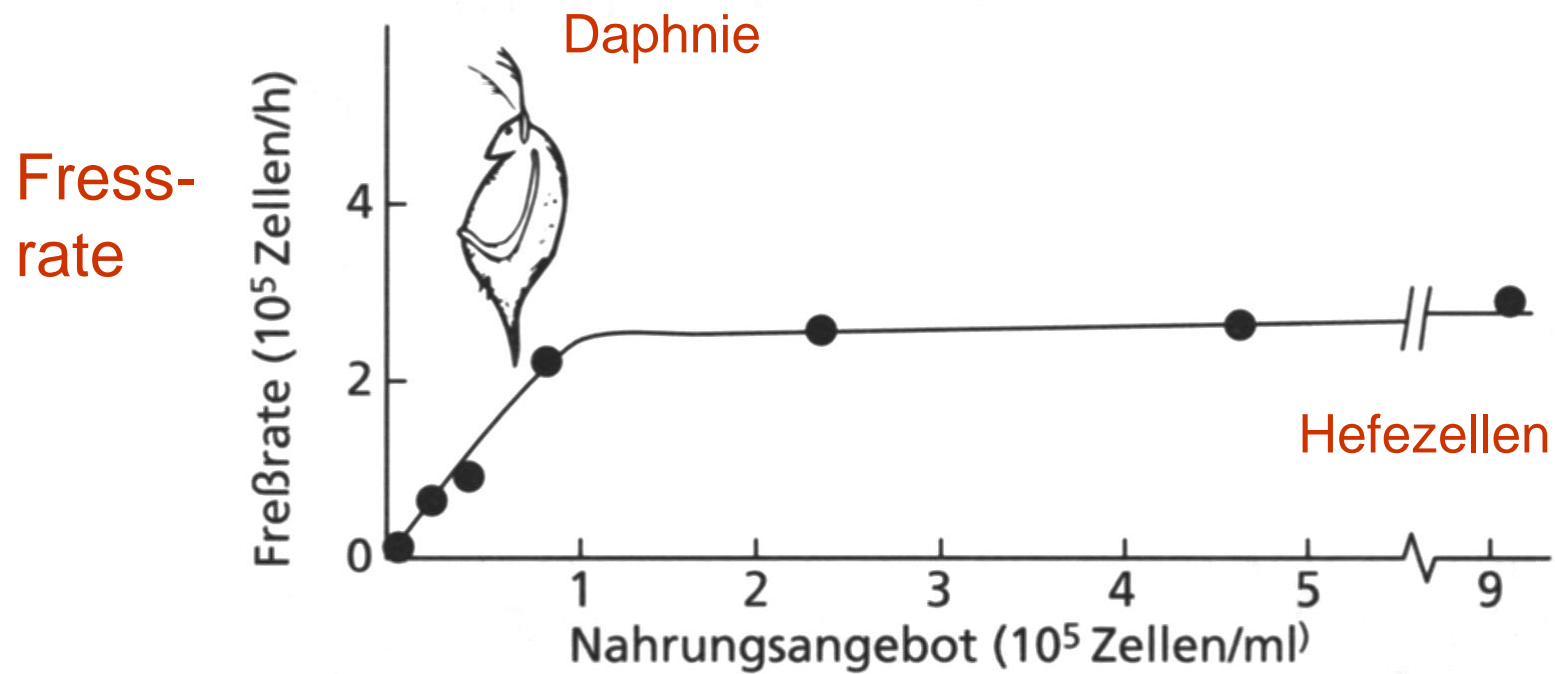
Nahrungssuche bei Sonnenbarschen



Konsumptionsrate und Nahrungsdichte

- **Funktionelle Reaktion:** Abhängigkeit der Konsumptionsrate (Beute pro Zeit) von Nahrungsdichte
- Einteilung in drei Klassen: Typ 1, 2 & 3

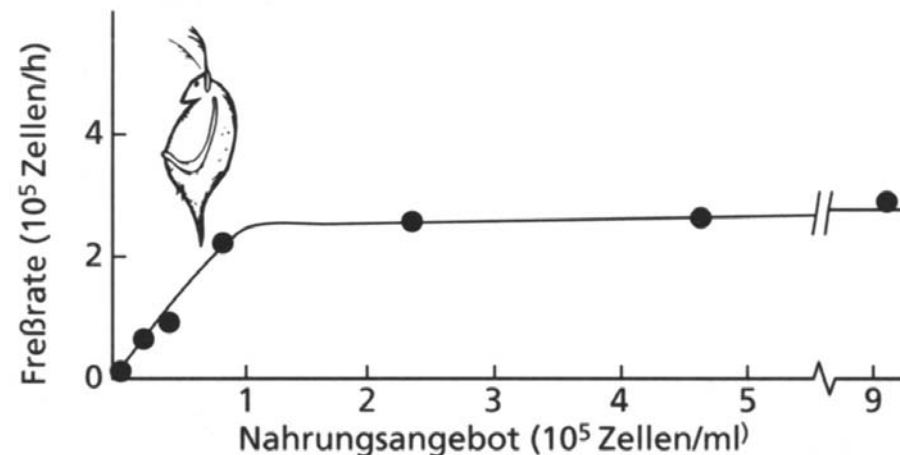
Funktionelle Reaktion Typ 1



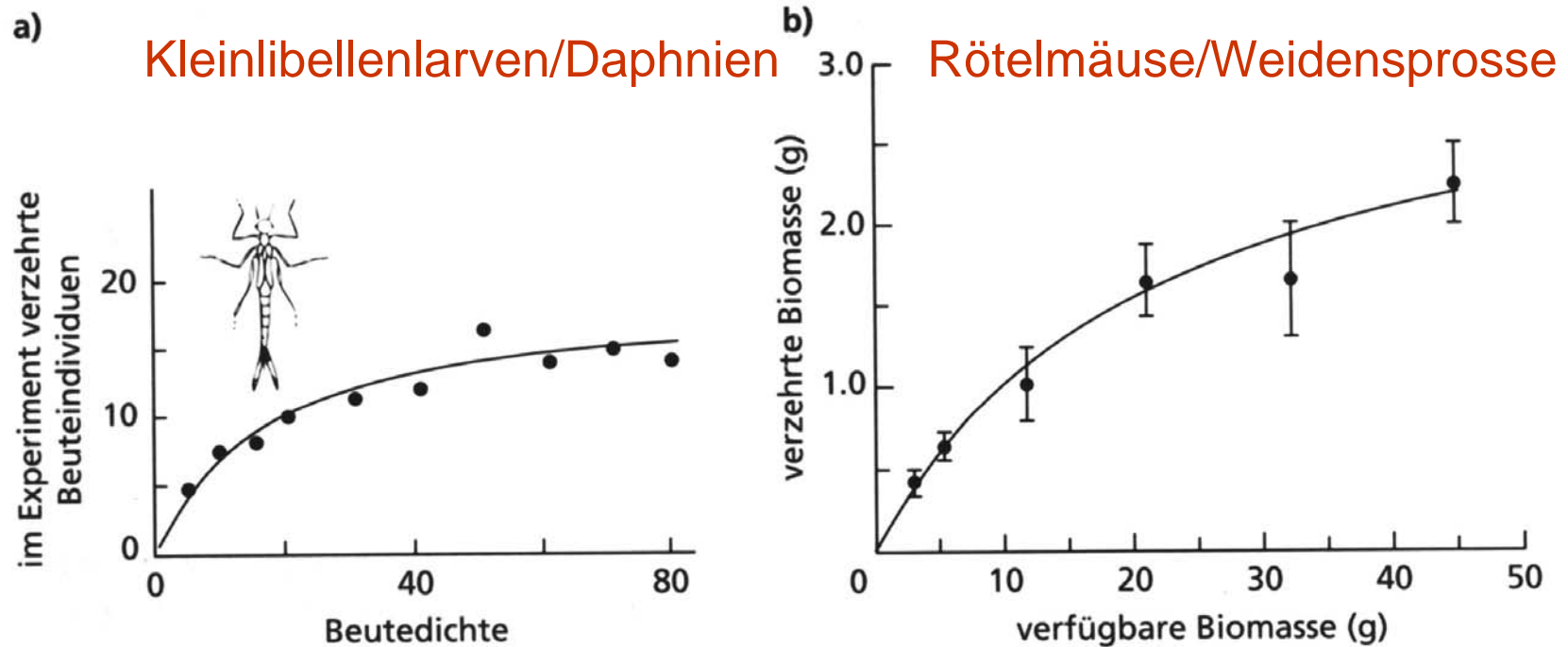
Filtrierende Daphnien

Funktionelle Reaktion Typ 1

- **Steigung:** Sucheeffizienz oder Angriffsrate
- Konsumptionsrate steigt mit Beutedichte **linear** an bis Maximum erreicht ist
- Maximale Nahrungsaufnahmerate („Schluckvermögen“) bestimmt Plateauwert



Funktionelle Reaktion Typ 2

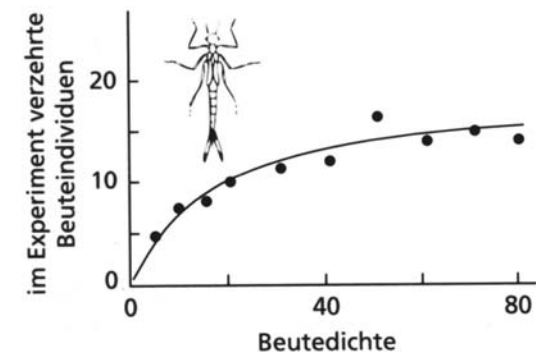


Komplexere Nahrung → Handling!

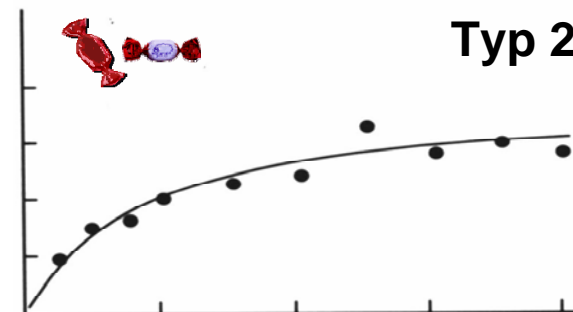
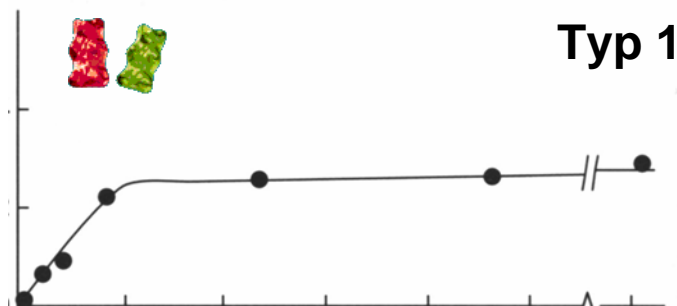
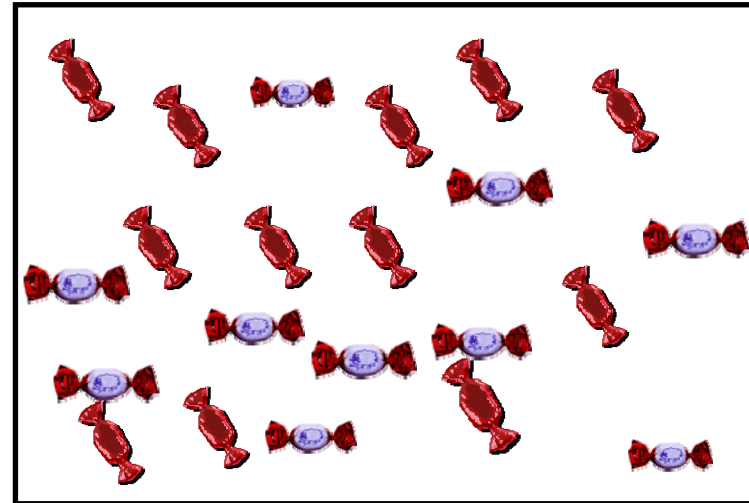
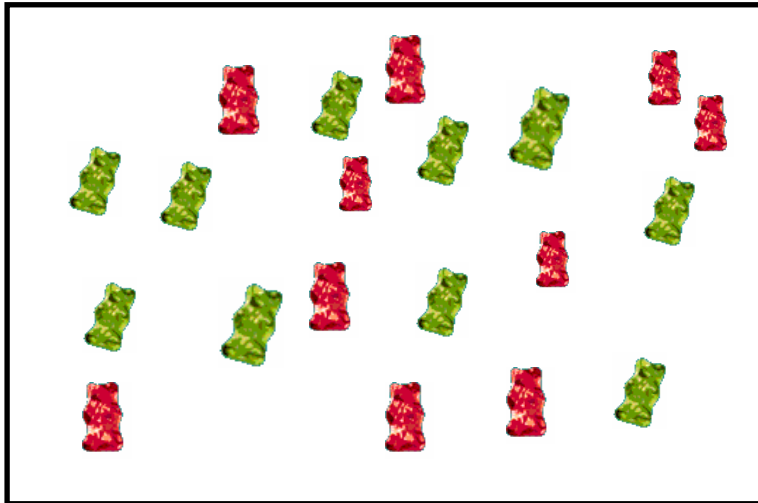
Funktionelle Reaktion Typ 2

- Häufigster Typ
- **langsamer** Anstieg der Konsumptionsrate mit Beutedichte, dann Erreichen von Plateau
- **Suchzeit** wird mit zunehmender Dichte **geringer**; **Handling** Zeit bleibt jedoch **gleich** → Steigung nimmt langsam ab (**nichtlineare** Beziehung)
- Bei sehr hoher Beutedichte wird Aufnahme rate **ausschließlich** durch die **Handling** Zeit bestimmt

a)



Gedankenexperiment Funktionelle Reaktion Typ 1 vs Typ 2

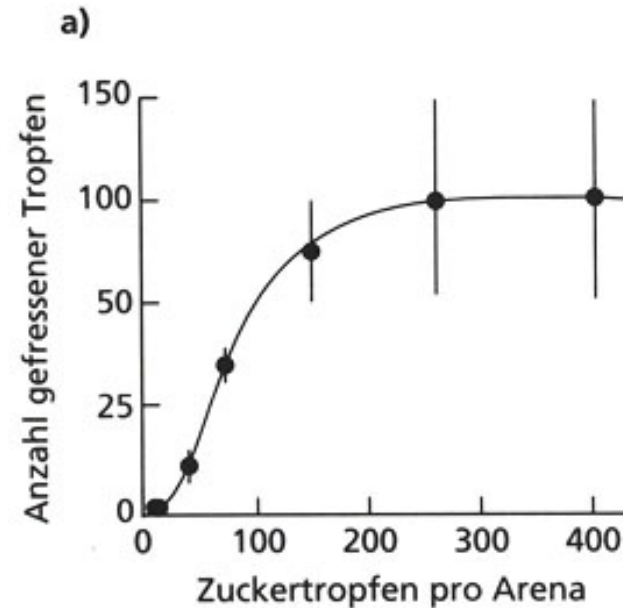


Zunehmende Dichte

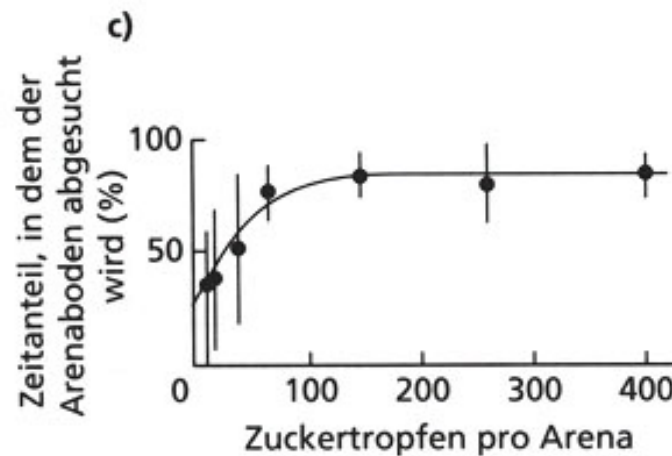
Sigmoide Reaktion Typ 3

Aufnahme
von Zucker-
Tröpfchen durch
Fleischfliege
(*Calliphora*)

Suchintensität
steigt mit
Beutedichte!



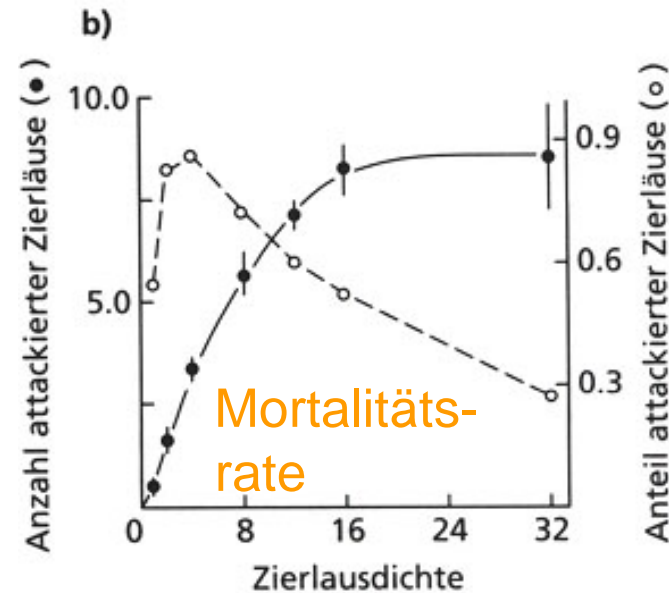
Anzahl
gefressener
Tröpfchen



Suchzeit auf
Arenaboden

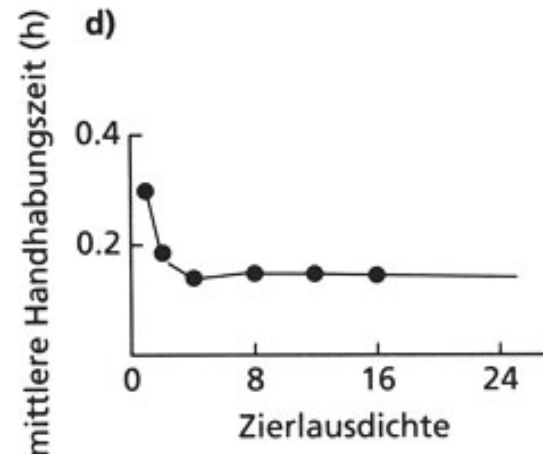
Sigmoide Reaktion Typ 3

Schlupfwespe
beim Attackieren
von Läusen



Anteil
attackierter
Zierläuse

Handhabungszeit
sinkt mit steigender
Lausdichte!



Hand-
habungszeit

Sigmoide Reaktion Typ 3

- Typ 3 ähnelt bei hohen Dichten Typ 2. Bei niedrigen Dichten jedoch **Beschleunigungsphase**
- Mögliche Ursachen: Präferenzwechsel, Änderung in der Sucheﬃzienz und/oder der Handling Zeit

Mögliche Konsequenzen

- Die **Art** der funktionellen Reaktionen wirken sich auf die **Dynamik** der beteiligten Populationen aus
- Bei Typ 3 im Bereich der Beschleunigungsphase hat Räuber (durch Intensivierung der Prädation) mit steigender Dichte anfangs **zunehmenden** Einfluss auf Beutepopulation

Mögliche Konsequenzen

- Im Plateaubereich von Typ 1 & Typ 2 und bei hohen Beutedichten auch bei Typ 3 haben Räuber mit steigender Dichte immer geringeren Einfluss auf die Populationsdynamik der Beute (Sättigungseffekt....)

Sättigungseffekt der Räuber durch Massenemergenz am Beispiel von Zikaden

- *Magicicada* spp.: Emergenz alle 13 oder 17 Jahre
- Biomasse bis zu 4×10^6 Individuen pro Hektar = 1,900 - 3,700 kg pro Hektar!
- Hauptprädatoren: Vögel

Estimating cicada population size and predation rates by birds.

Rates and causes of mortality estimated by inverted emergence traps.

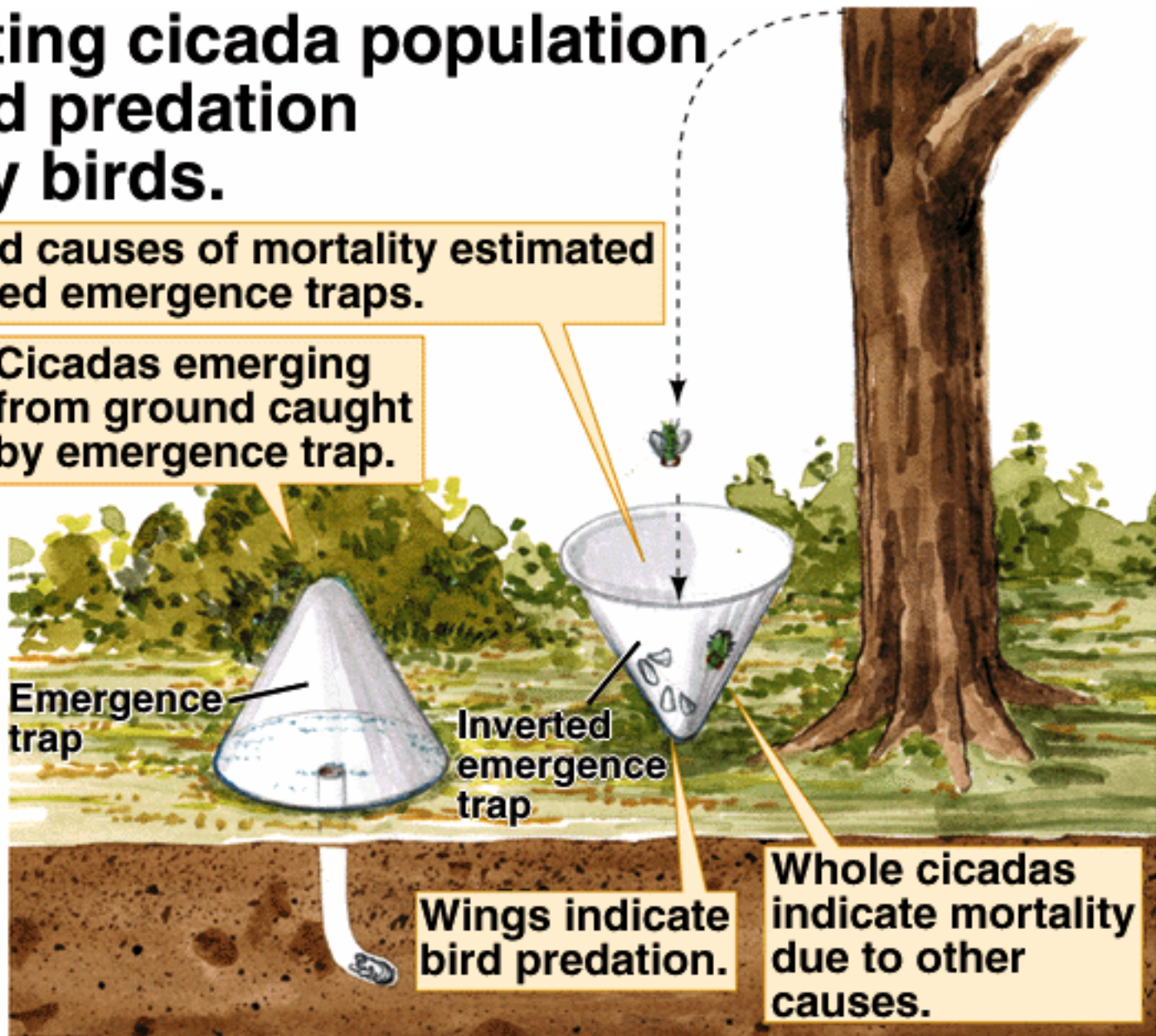
Cicadas emerging from ground caught by emergence trap.

Emergence trap

Inverted emergence trap

Wings indicate bird predation.

Whole cicadas indicate mortality due to other causes.

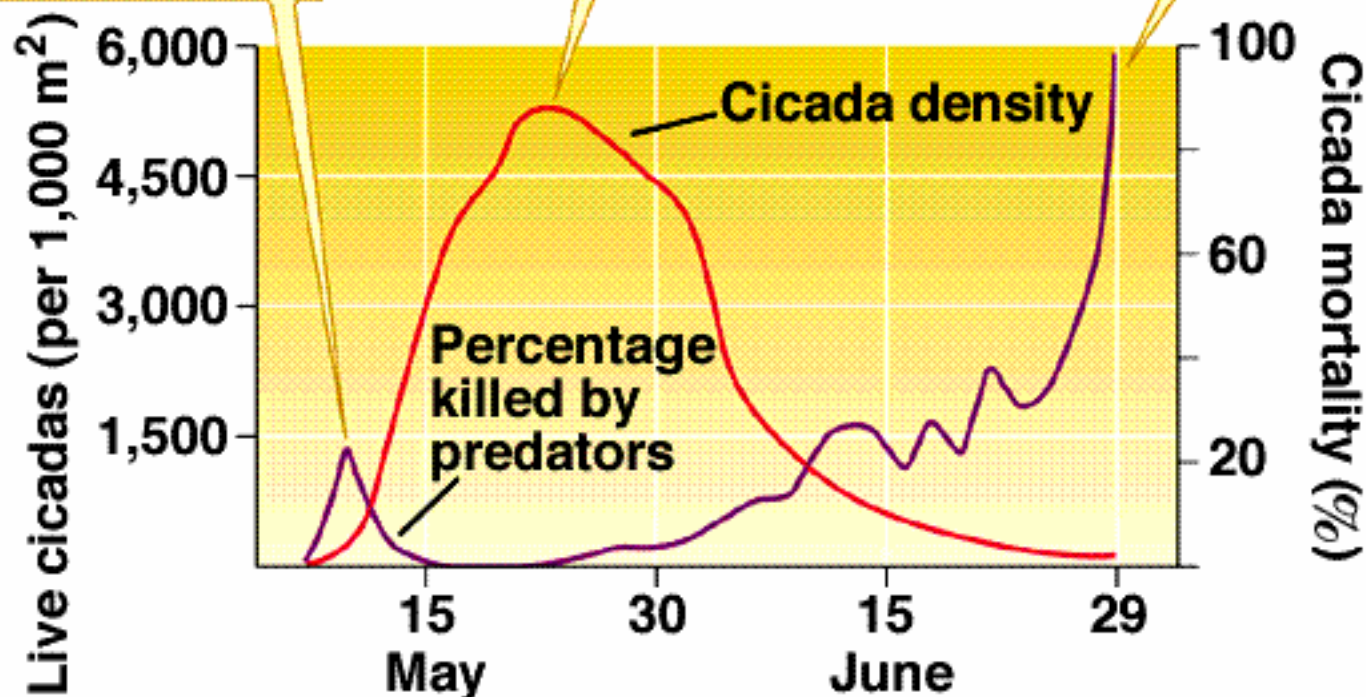


Cicada population density and their percent mortality due to predation.

Predators kill a significant percentage of cicadas emerging early when cicada density is low.

Then, as cicada density increases the percentage taken by predators declines markedly.

Finally, as cicada numbers decline at the end of the season, the percentage killed by predators again increases.

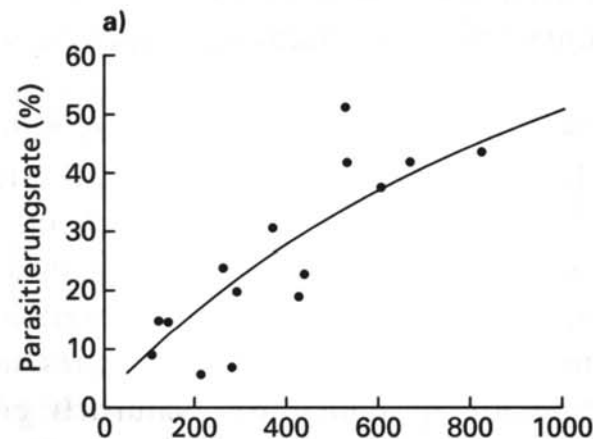


Konsumenten und Nahrungspatches

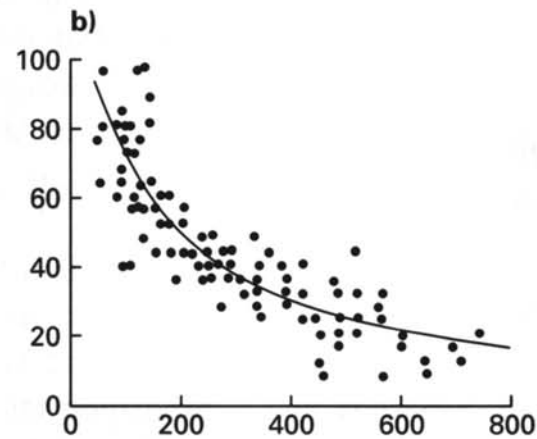
- Nahrung ist meist **heterogen** auf sogenannte “patches” verteilt zwischen denen vom Konsumenten gewählt werden kann
- Reaktionen von Räubern auf Beutedichte in „patches“?

Beziehung Parasitierungsrate durch Parasitoide und Wirtsdichte

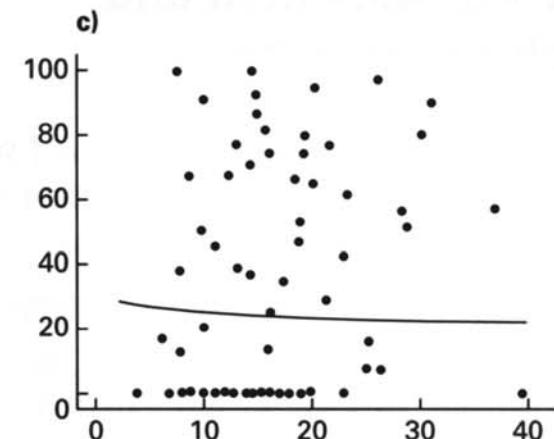
Direkte Dichte-abhängigkeit



Inverse Dichte-abhängigkeit



Dichte-unabhängigkeit



Wirtsdichte pro Patch

Konsumenten und Nahrungspatches

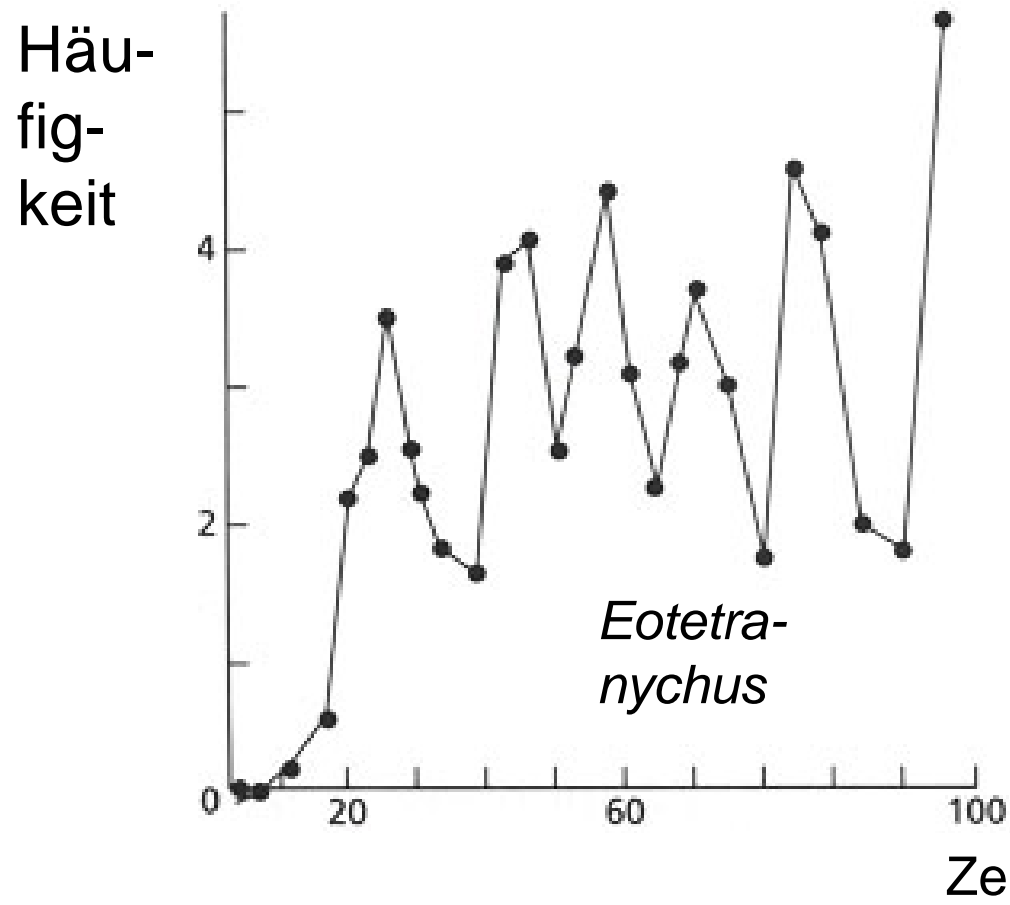
- Nahrung ist meist **heterogen** auf sogenannte “patches” verteilt
- Reaktionen von Räubern auf Beutedichte?
 - direkt
 - invers dichteabhängig
 - dichteunabhängig
 - konvex (kuppelförmig)

Rolle von Habitatheterogenität in der Räuber-Beute Beziehung von herbivoren Spinn- und carnivoren Raubmilben

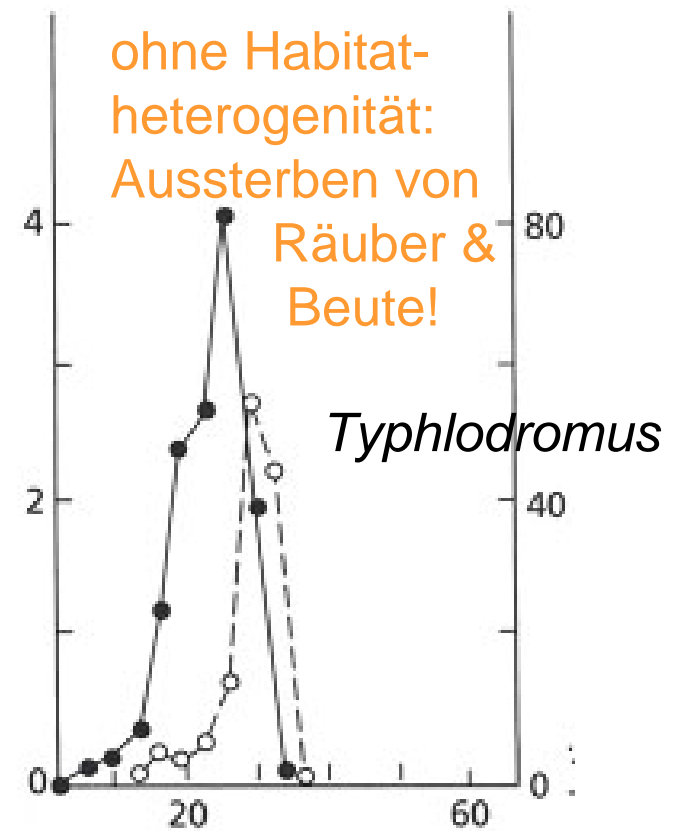


Populationsfluktuationen

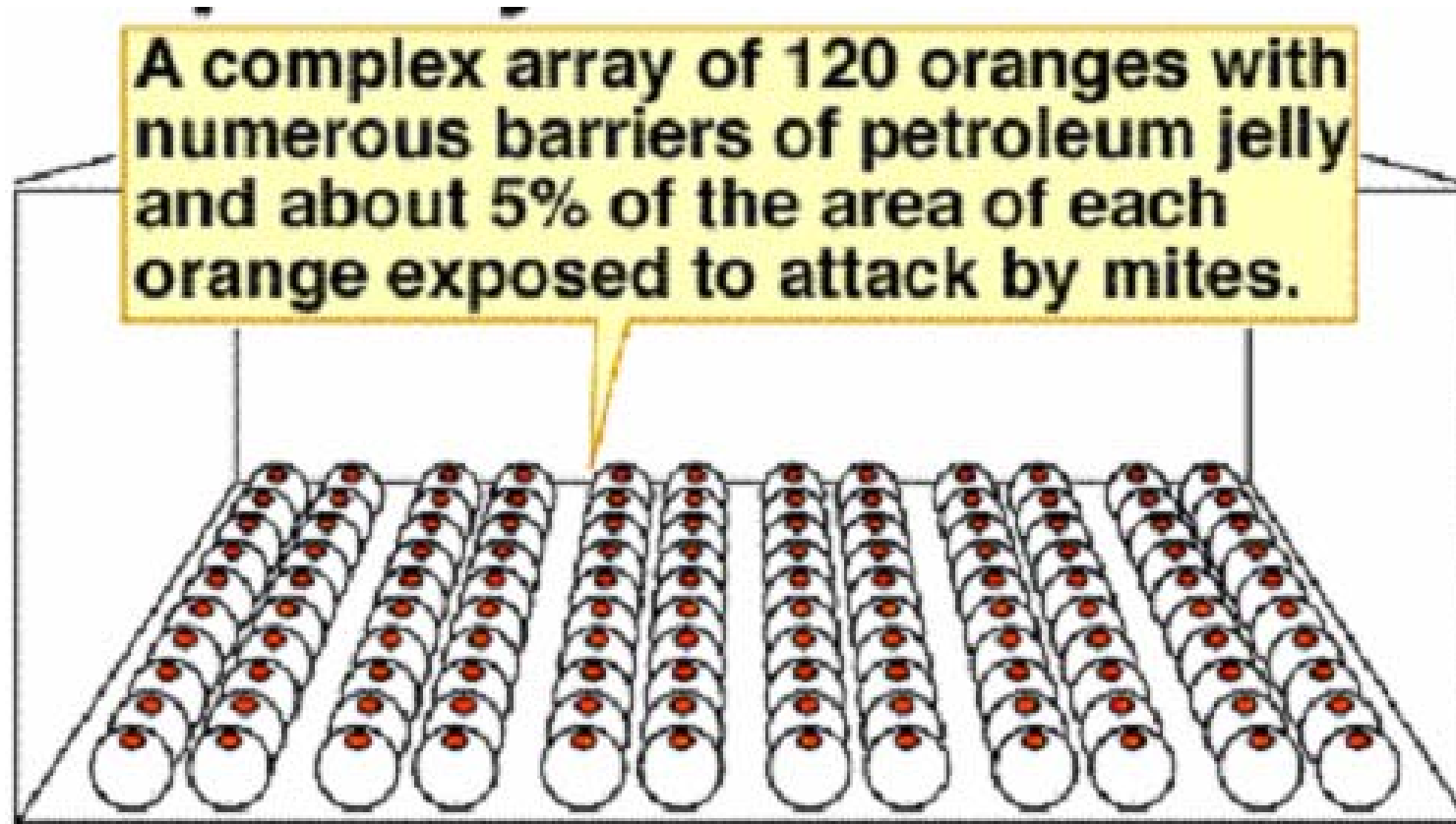
Spinnmilbe **alleine**
(herbivor)



Spinnmilbe **mit**
Raubmilbe

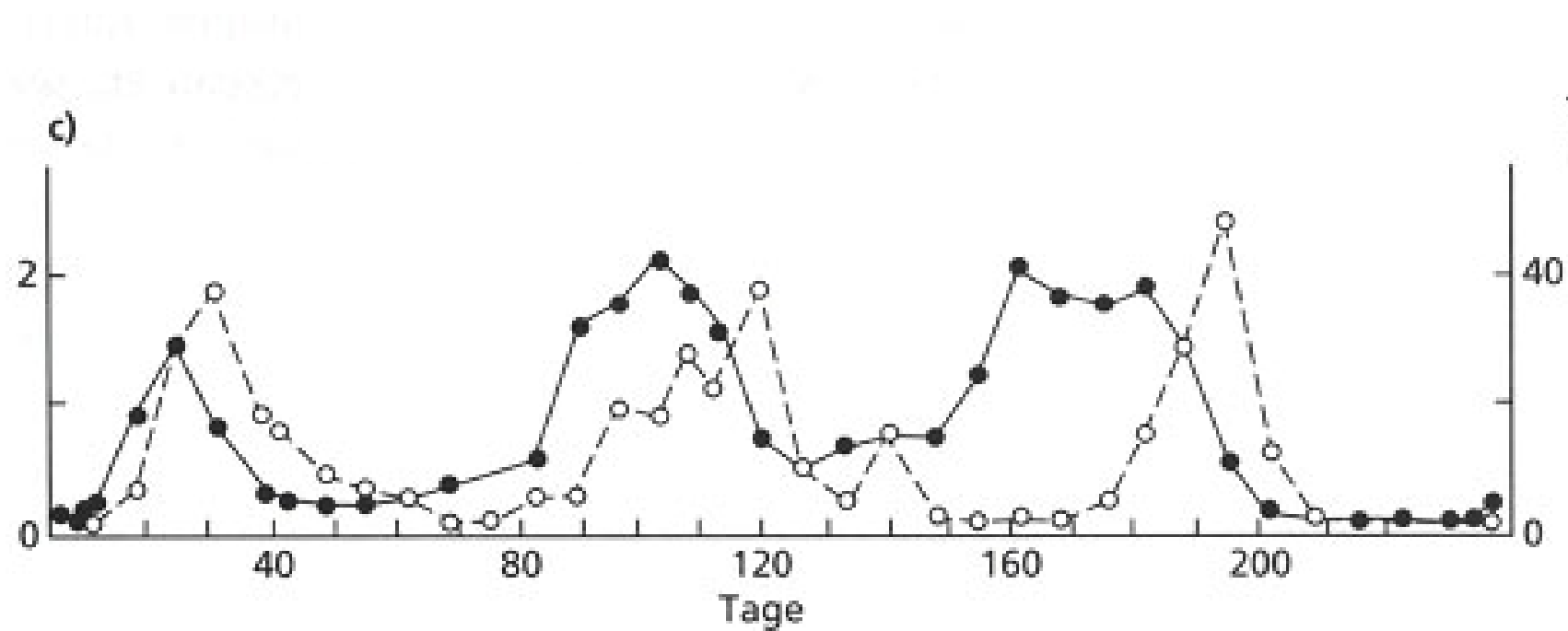


Experimenteller Ansatz: Habitatheterogenität, Verstecken spielen!



➔ Unterschiedliche Ausbreitungsmöglichkeiten f. Beute und Räuber!

Populationsfluktuationen mit Habitatheterogenität



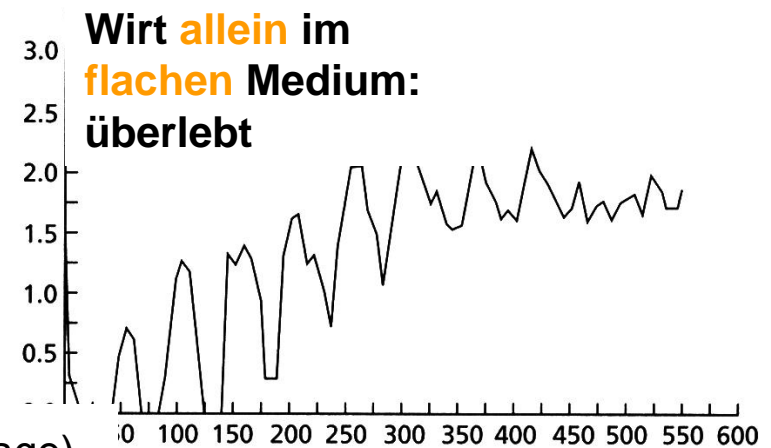
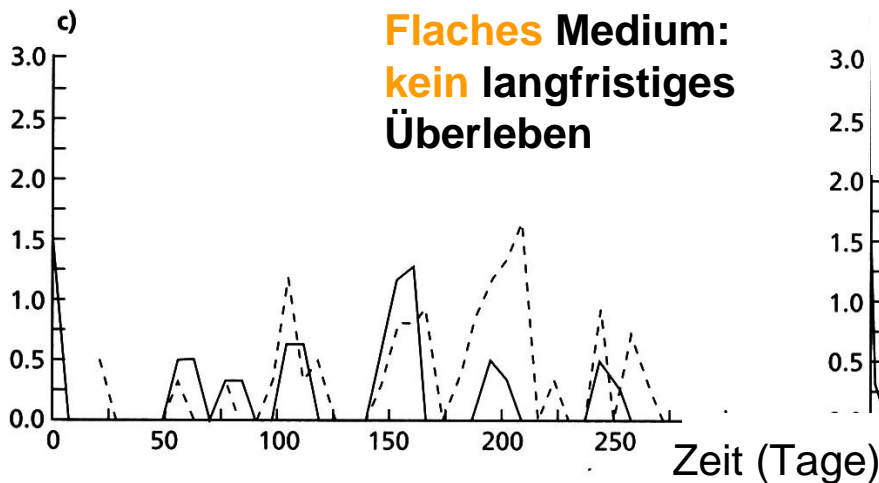
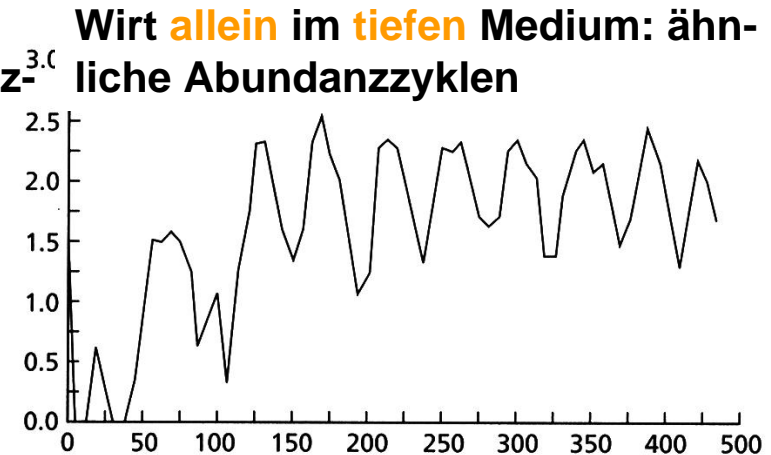
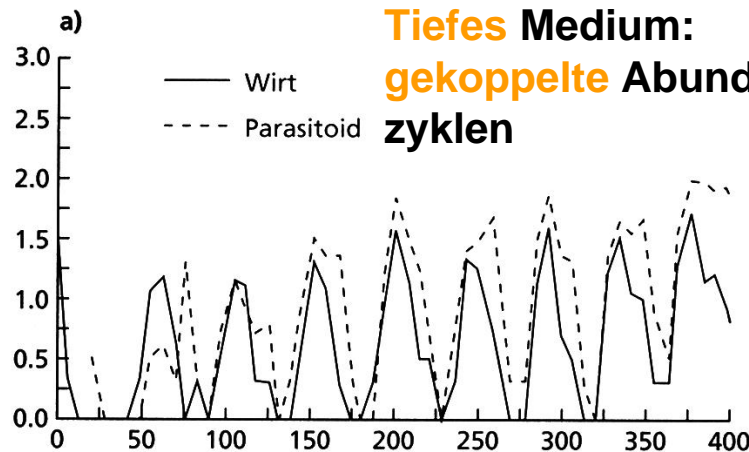
Populationsfluktuationen **ohne Aussterben**
von Räuber/Beute!

Populationsschwankungen der Dörrobstmotte (*Plodia interpunctella*) mit/ohne Parasitoid (*Venturia canescens*)
in tiefen/flachen Medien



Populationsschwankungen der Dörrobstmotte (*Plodia interpunctella*) mit/ohne Parasitoid (*Venturia canescens*) in tiefen/flachen Medien

Anzahl
der
Imagines
(log)



➔ für Interpretation solcher Zyklen stets Kontrolle notwendig!

Nutzung von Patches: Grenzertragstheorem

- Länge der Aufenthaltsdauer eines Organismus in einem Nahrungsgebiet (patch) wird durch Energieaufnahme rate bestimmt, die beim Verlassen des Patches möglich ist (**Grenzertrag**)
- Entscheidungen zur Patchnutzung hängen ab von:
 - **Profitabilität** eines Patches
 - Ergiebigkeit des **gesamten** Habitats

Nutzung von Patches: Grenzertragstheorem

- Länge der Aufenthaltsdauer eines Organismus in einem Nahrungsgebiet (patch) wird durch Energieaufnahme rate bestimmt, die beim Verlassen des Patches möglich ist (**Grenzertrag**)
- Entscheidungen zur Patchnutzung hängen ab von:
 - **Profitabilität** eines Patches
 - Ergiebigkeit des **gesamten** Habitats
 - **Entfernung** zwischen Patches

Abhängigkeit von Netzbau und/oder Migration bei Köcherfliegenlarve von Nahrungsangebot

- Wann wird in welche Aktivität investiert?
- Versuch: Köcherfliegenlarven mit und ohne Fütterung

Köcherfliegen (Trichoptera)



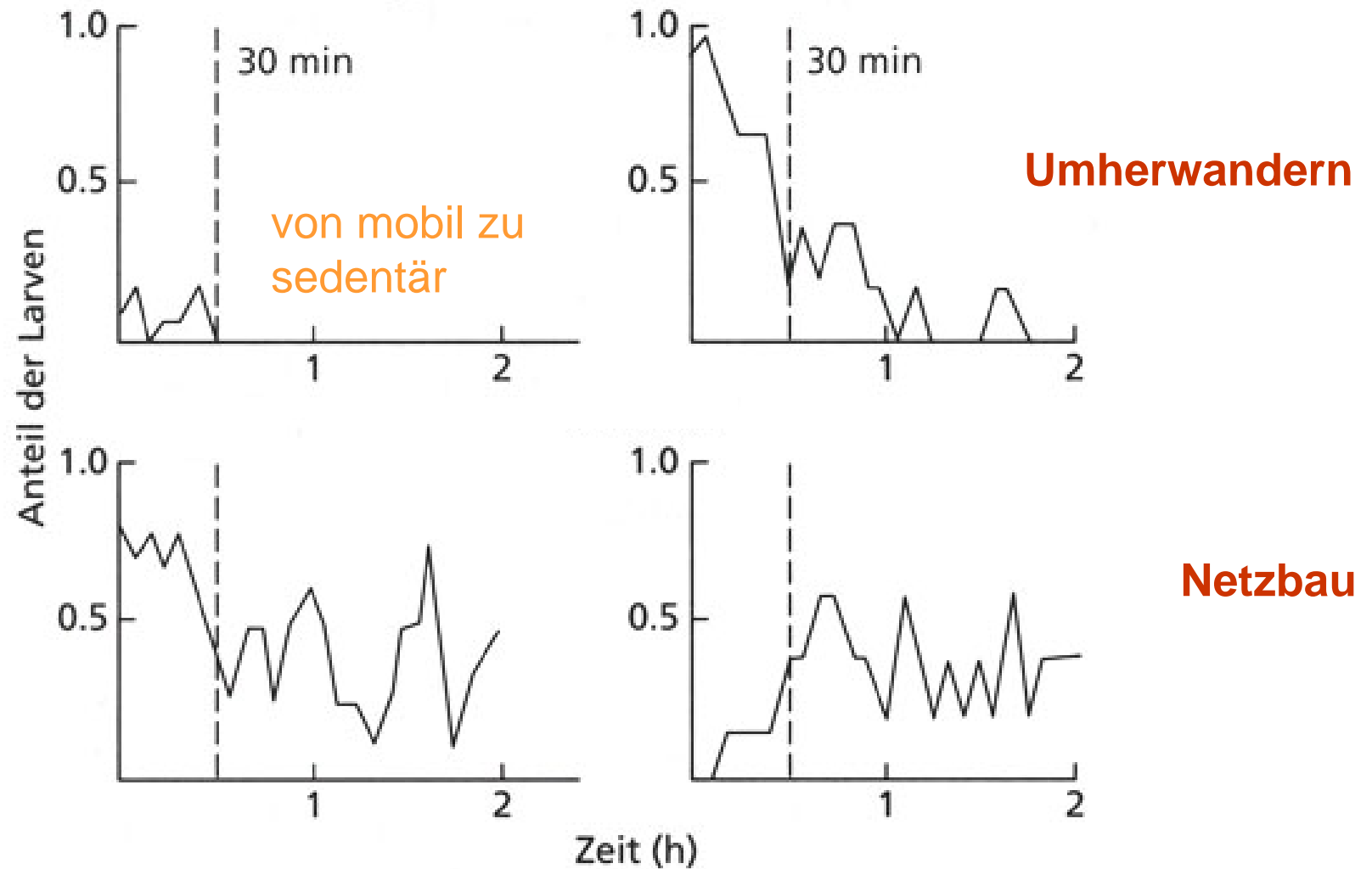
Adulttier



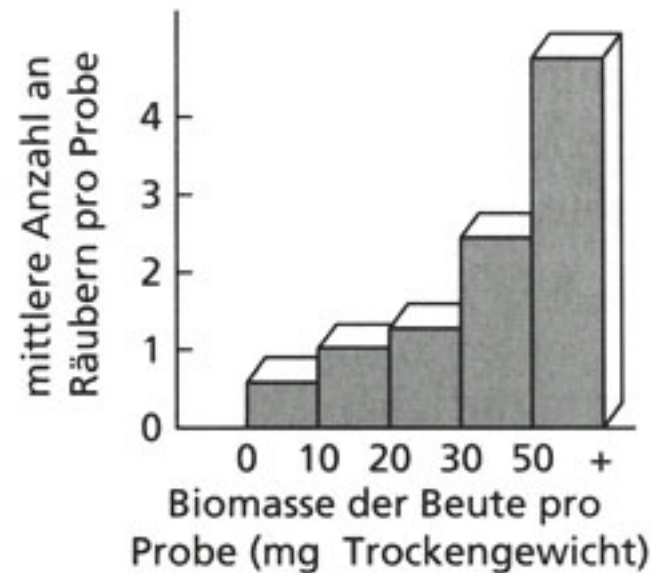
Köcherfliegenlarve

a) **nach Nahrungs-
aufnahme ($n = 38$)** **ohne Nahrungs-
aufnahme ($n = 42$)**

ausgedehntes Umherwandern



Direkt dichteabhängige Aggregation von Köcherfliegen in Flusslauf



Je mehr Beute
vorhanden
ist, desto
mehr Beute-
greifer finden
sich ein!

