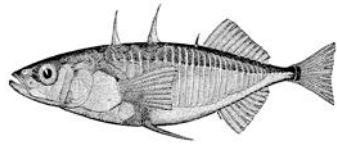


Einführung in die Ökologie

-Chemische Ökologie-

WS 2016/17

Prof. Dr. Eric von Elert



Chemische Ökologie

Ökologie ist der Teil der Biologie, der sich mit den Interaktionen zwischen Organismen und mit der unbelebten Natur, die die Verteilung und Häufigkeit von Organismen beeinflusst, beschäftigt.

C.J. Krebs

Chemische Ökologie beschäftigt sich mit den chemischen Aspekten dieser Interaktionen und ihren Anpassungen.

Chemische Ökologie

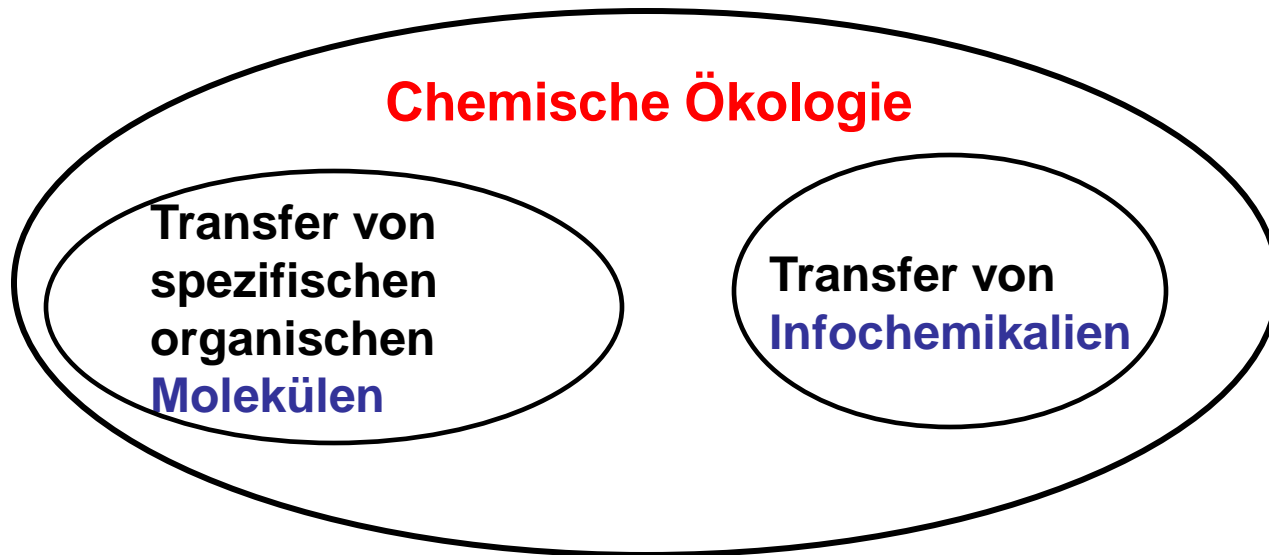
Ökologische Interaktion bedeutet Fluss

- von Energie/Materie
- von spezifischen Molekülen

Zusätzlich: **Fluss von chemischen Information** in Nahrungsnetzen

➤ eine Information vermitteln:

Semiochemikalien (Law & Regnier 1971), **Infochemikalien**



(z.B. essentieller Nahrungsinhaltsstoff)

Chemische Ökologie: Infochemikalien

Infochemikalien

Intraspezifisch

Pheromone

Adaptive
Autoinhibitoren

Interspezifisch: Allelochemikalien

Allomone

Kairomone

Synomone

Pheromone: Vorteil der Antwort beim Sender (+,-), Empfänger (-,+) oder beiden (+,+)

Allomone: Antwort ist adaptiv für Sender (Repellent, Toxin,...)

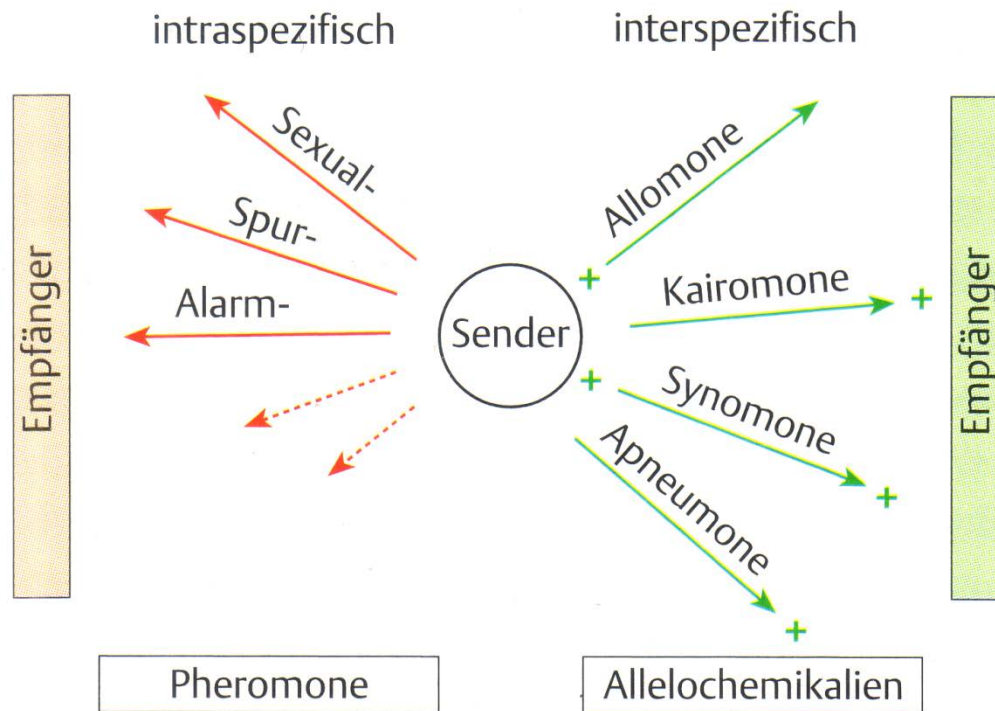
Kairomone: Antwort ist adaptiv für Empfänger (Repellent, Attraktans zu Futter,...)

Synomone: Antwort ist adaptiv für Sender und Empfänger (Symbiose)

Chemische Ökologie: Infochemikalien

Infochemikalien: Klassifikation von Funktionen, nicht von Substanzen

- **Eine Funktion, viele Komponenten** (z.B. Pheromone)
- **Eine Substanz, mehrere Funktionen**
(z.B. Pheromon \Leftrightarrow Kairomon, Repellent \Leftrightarrow Attraktans)



Munk (2009)

Infochemikalien in trophischen Beziehungen

Allomone

Überwältigung von Opfern:

Cnidaria, Reptilien: Injektion in Beutetiere

Abwehr von Fraßfeinden

Pflanzen, Algen, Cyanobakterien:

• Sekundärmetabolite, die als Deterrentien gegen Fraß oder Eiablage wirken oder die Verdauung hemmen (Proteaseinhibitoren). Hauptklassen: Alkaloide, Aminosäuren, cyanogene Glykoside, Glucosinolate, Terpenoide, Phenole.

Tiere:

• Freisetzung aus Drüsen, Drüsenhaare, Stacheln oder durch Reflexbluten.
Wichtige Begriffe dabei: Pharmakophagie, Sequestrierung.

Infochemikalien in trophischen Beziehungen

Kairomone

Furagierkairomone (Foraging kairomones)

Konsumenten finden ihre Wirte oder Beute

Feindvermeidungskairomone

Zeigen potentiellen Wirten und Beutetieren Anwesenheit ihrer Feinde an

Aggregationskairomone

Führen zur Aggregation von Individuen, etwa auf Wirtspflanze

Infochemikalien in trophischen Beziehungen

Kairomone

Furagierkairomone (Foraging kairomones)

Konsumenten finden ihre Wirte oder Beute

Müssen Anwesenheit von Nahrung verlässlich anzeigen. Generalistische Räuber, Herbivore und Parasitoide lernen vermutlich aus Erfahrung, welche Signale als verlässlich gelten können.

Je nach Abstand zu Beute/Wirt werden verschiedene Phasen unterschieden: z.B. Habitatfindung, Wirtsfindung, Wirtskennung/Wirtsakzeptanz. Diese sind oft an verschiedene Kairomone gekoppelt.

Die Flüchtigkeit (Volatilität) der genutzten Verbindung nimmt meist mit zunehmender Nähe zur Nahrung/Beute ab.

Infochemikalien in trophischen Beziehungen

Kairomone

Feindvermeidungskairomone

Zeigen potentiellen Wirten und Beutetieren Anwesenheit ihrer Feinde an

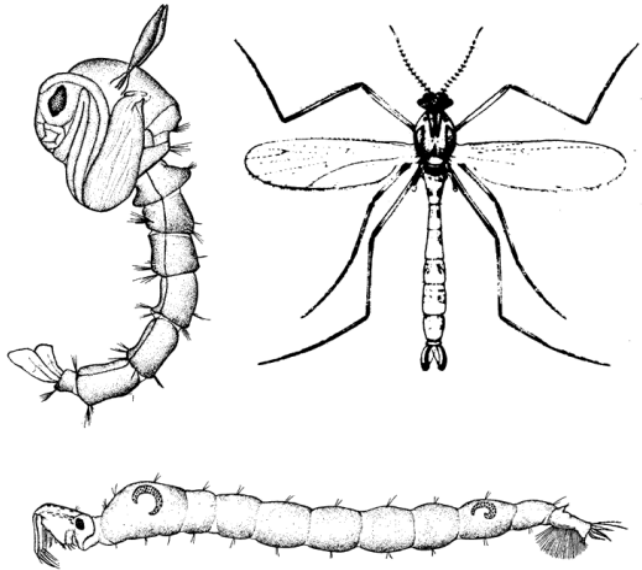
⇒ reduzieren den negativen Einfluss ihrer Feinde

- weichen Feinden aus ⇒ veränderter Ort für Aufenthalt bzw. Eiablage
- reduzieren Aktivität ⇒ geringere Wahrscheinlichkeit, entdeckt zu werden
- Veränderte Life-History ⇒ höhere Wahrscheinlichkeit zu reproduzieren
- Morphologische Veränderungen ⇒ weniger leicht fressbar

Besten Beispiele dafür stammen aus der Limnologie

Chaoborus sp. (Büschelmücke)

Chaoborus



(phantom) **midge larva**



<http://aramel.free.fr/Chaoborus-sp-m-collection.jpg>

Chaoboridae, Diptera, Nicht blutsaugend.

- Habitat: stehende Gewässer
- Ca. 300 Eier in einer gelatinösen Hülle, die auf dem Wasser schwimmt
- Entwicklung der Larven ca 8 Monate; Puppen schlüpfen nach wenigen Tagen

Chaoborus sp.

Puppe: senkrecht im Wasser

- hovers vertically in the water

Larven:

- Einzige Dipteren-Larve mit Komplexaugen
- Horizontale Fortbewegung im Wasser
- Luftsäcke anterior und posterior



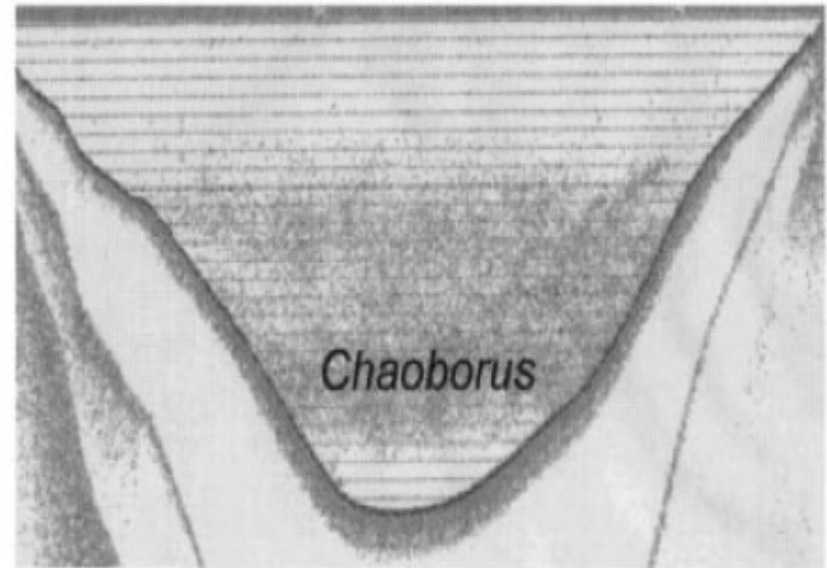
Vertikale Verteilung von *Chaoborus* Larven



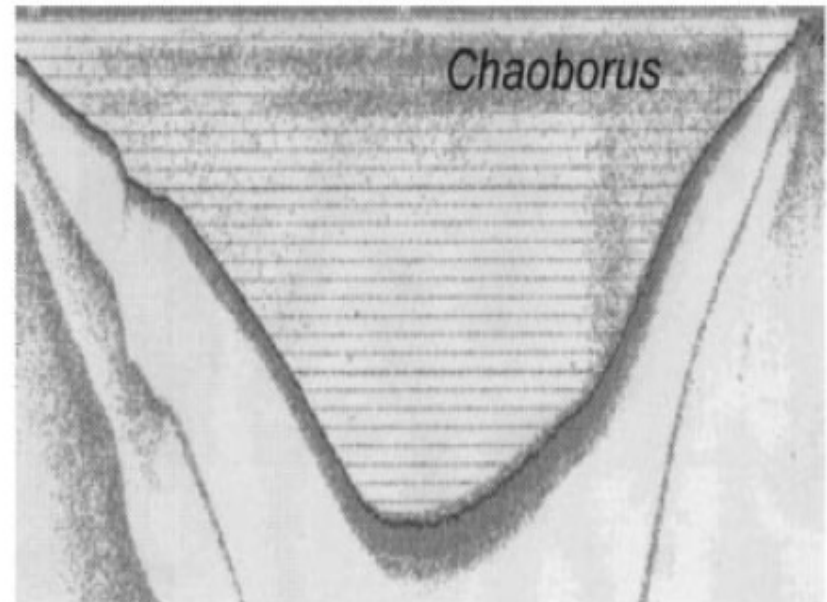
Chaoborus flavicans

Echogramm, Plußsee, Oktober

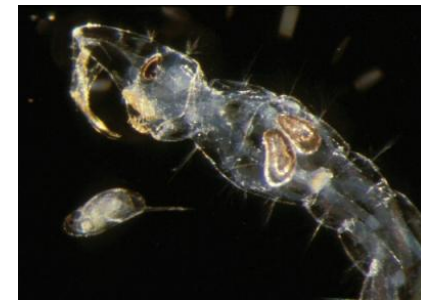
Noon



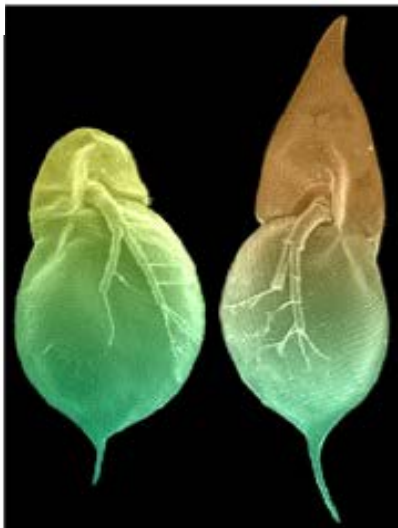
Dusk



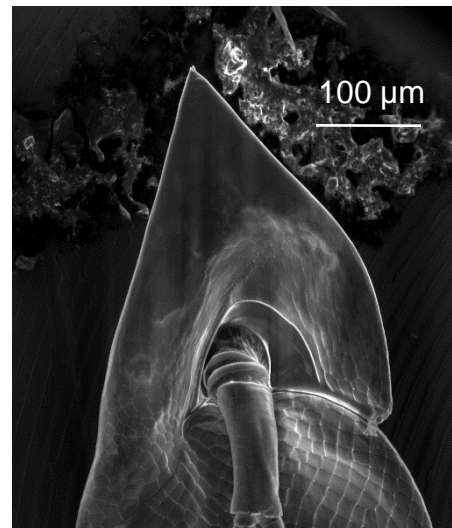
Morphologische Veränderungen: Inkubationswasser des Räubers *Chaoborus* sp. (Büschelmückenlarve)



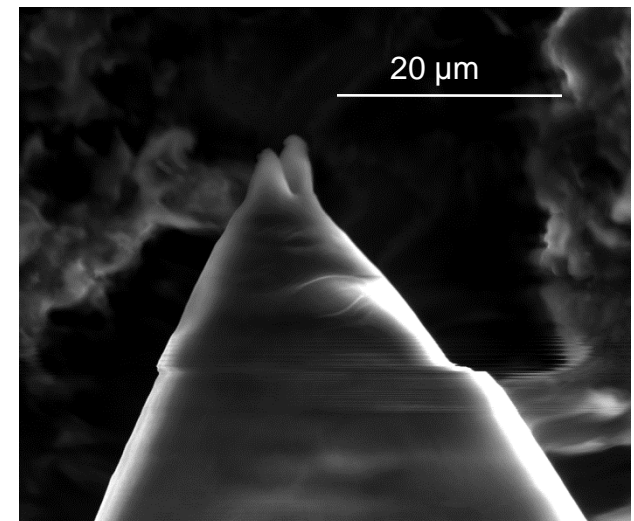
Daphnia cucullata: Induktion von ‚Helmen‘ durch räuberbürtige Infochemikalien



Pfennig et al. 2010



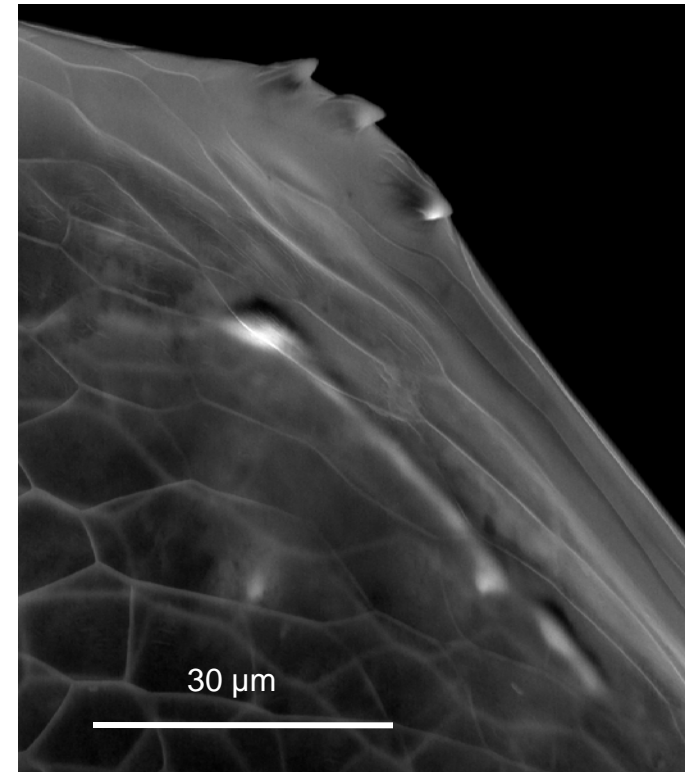
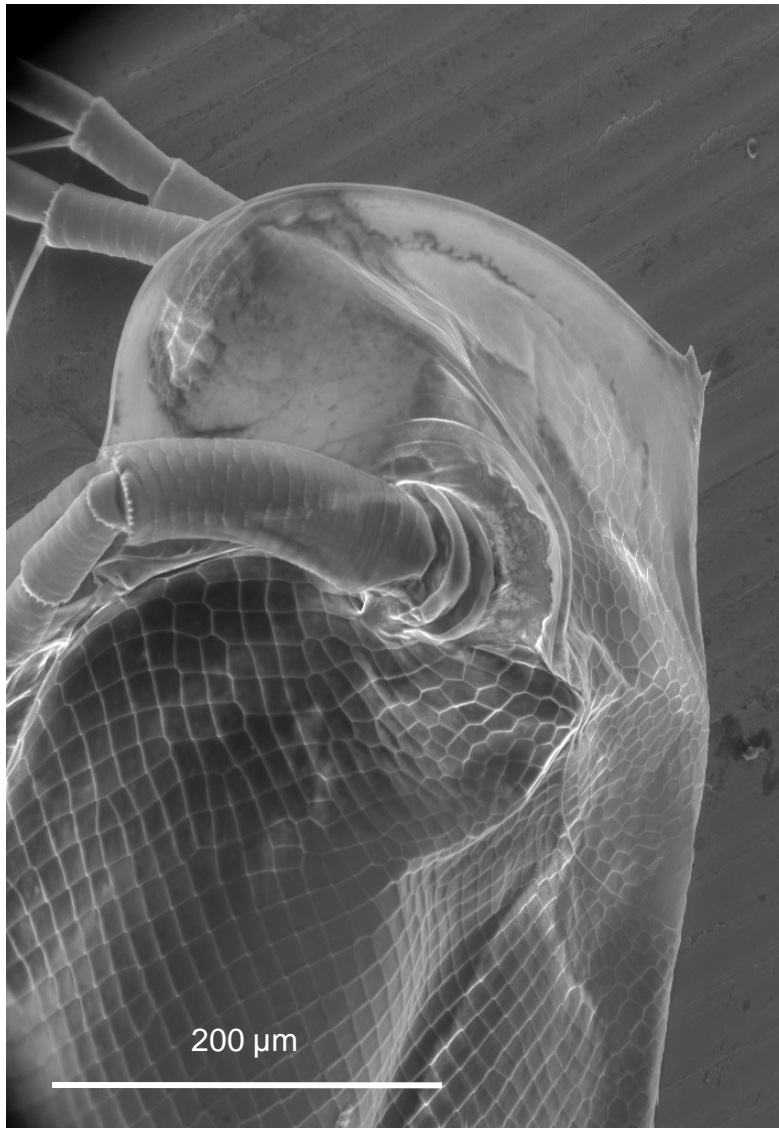
Mark Christjani, Köln



Mark Christjani, Köln

Morphologische Veränderungen: Inkubationswasser von *Chaoborus* sp.

Daphnia pulex: Induktion von ‚Nackenzähnen‘ durch räuberbürtige Infochemikalien

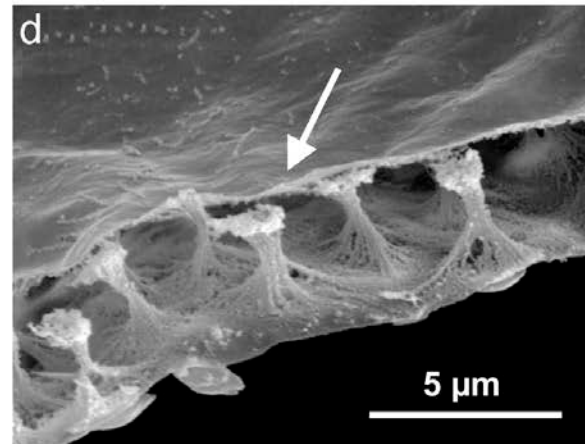
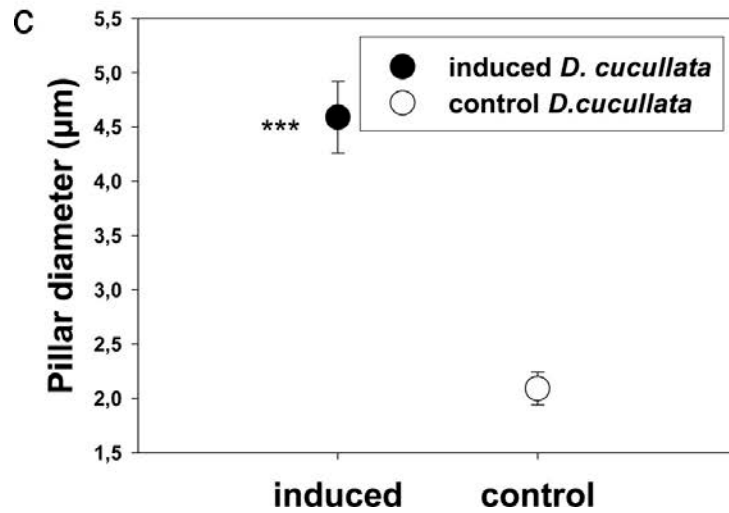
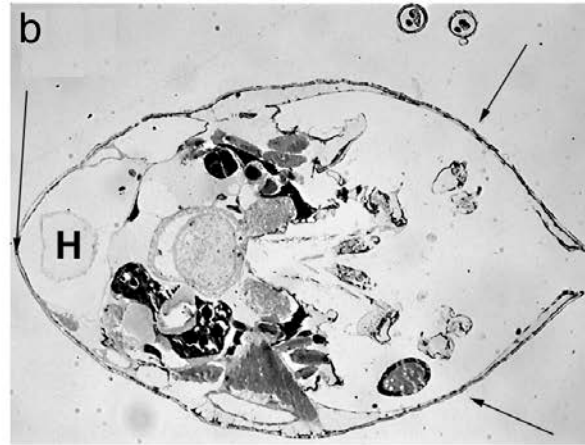
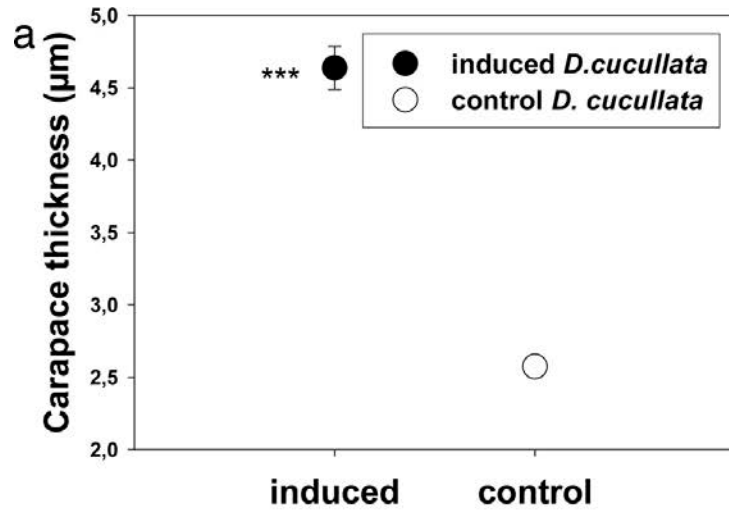


Mark Christjani, Köln



Carapax:
(Körper, aber nicht Kopf)
Hautduplikation \Rightarrow
2 Lagen von Epidermis,
von denen jede eine
Chitinschicht besitzt

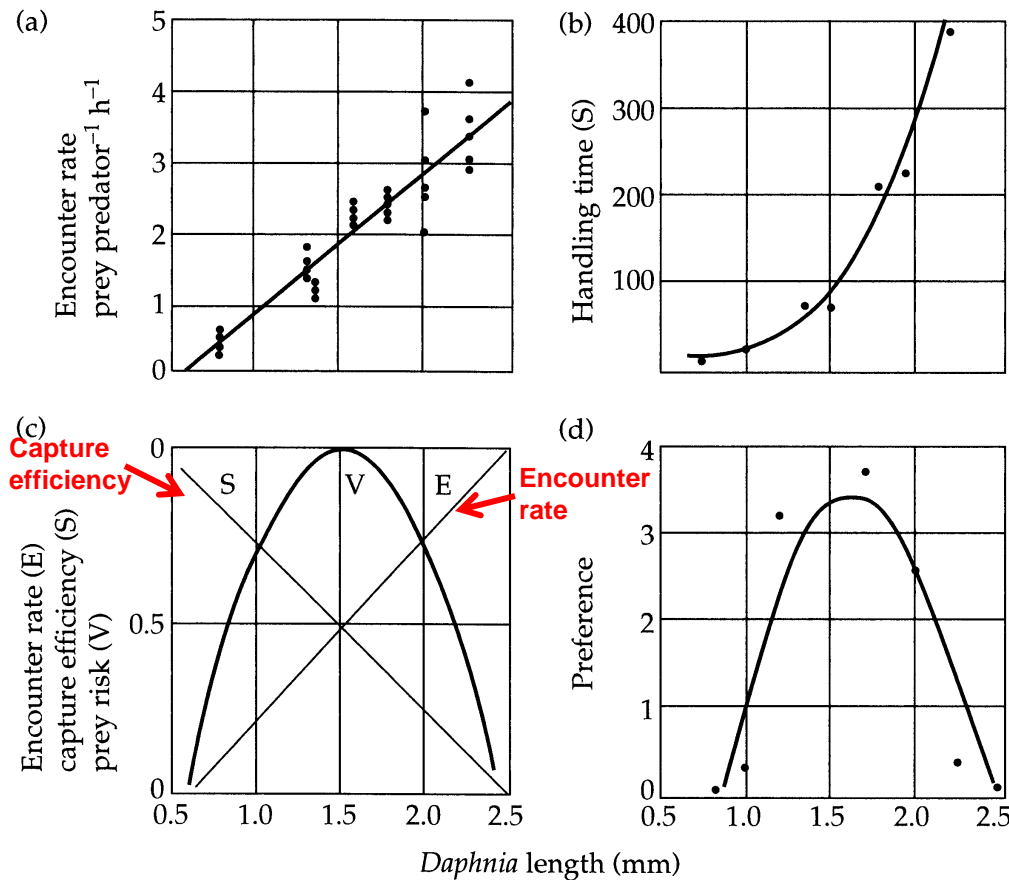
Ultrastruktur des Carapaxes von *Daphnia cucullata*.



Laforsch C et al. PNAS 2004;101:15911-15914

Zooplankton: Phänotypische Plastizität in *Daphnia*

Größenselektivität von *Chaoborus* Larven

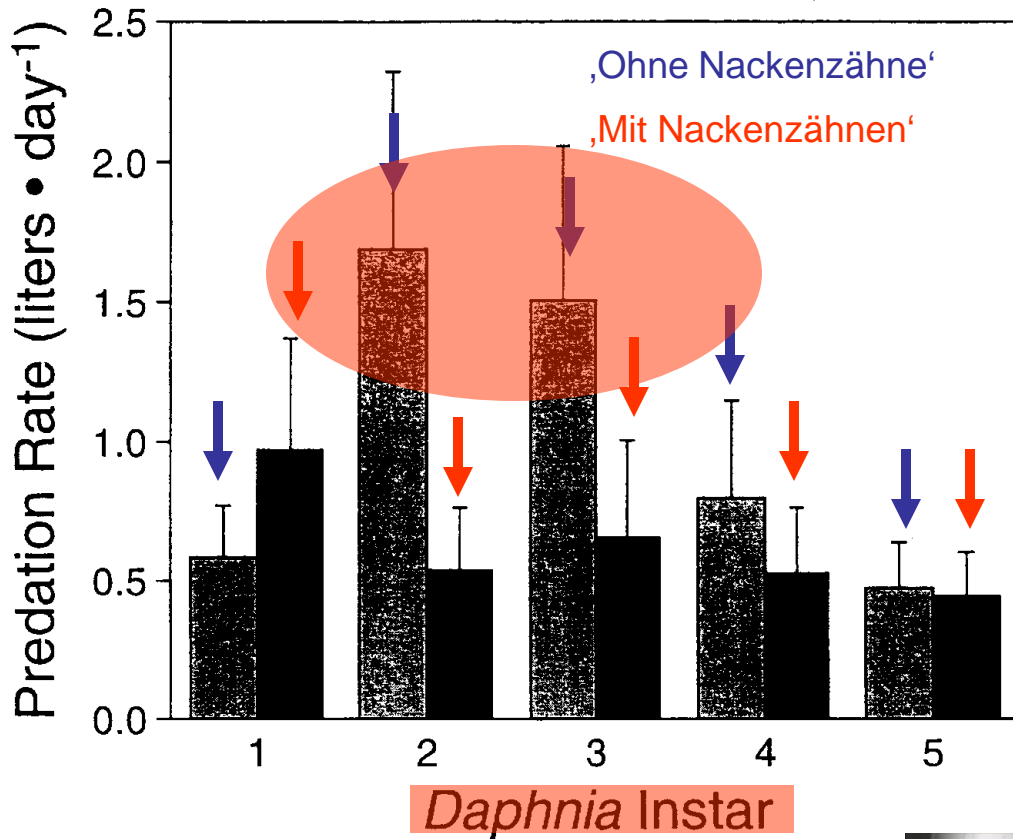


Chaoborus flavicans

Figure 6.27 The basis of preference of fourth-instar *Chaoborus* larvae for medium-sized *Daphnia*. (a) Encounter rate increases with the size of the prey. (b) Handling time increases with prey size. (c) Model predictions of the risk to the prey (V), estimated from the encounter frequency (E) and the capture efficiency (S). The model predicts a preference for c.1.5 mm *Daphnia*. (d) Experimental measurement of preference (from Pastorok 1981).

Zooplankton: Phänotypische Plastizität in *Daphnia*

Größenselektivität von *Chaoborus* Larven



Chaoborus flavicans

Induktion von Nackenzähnen in *Daphnia pulex*

- Reduzierte Prädationsverluste
- Also: eine Verteidigung!

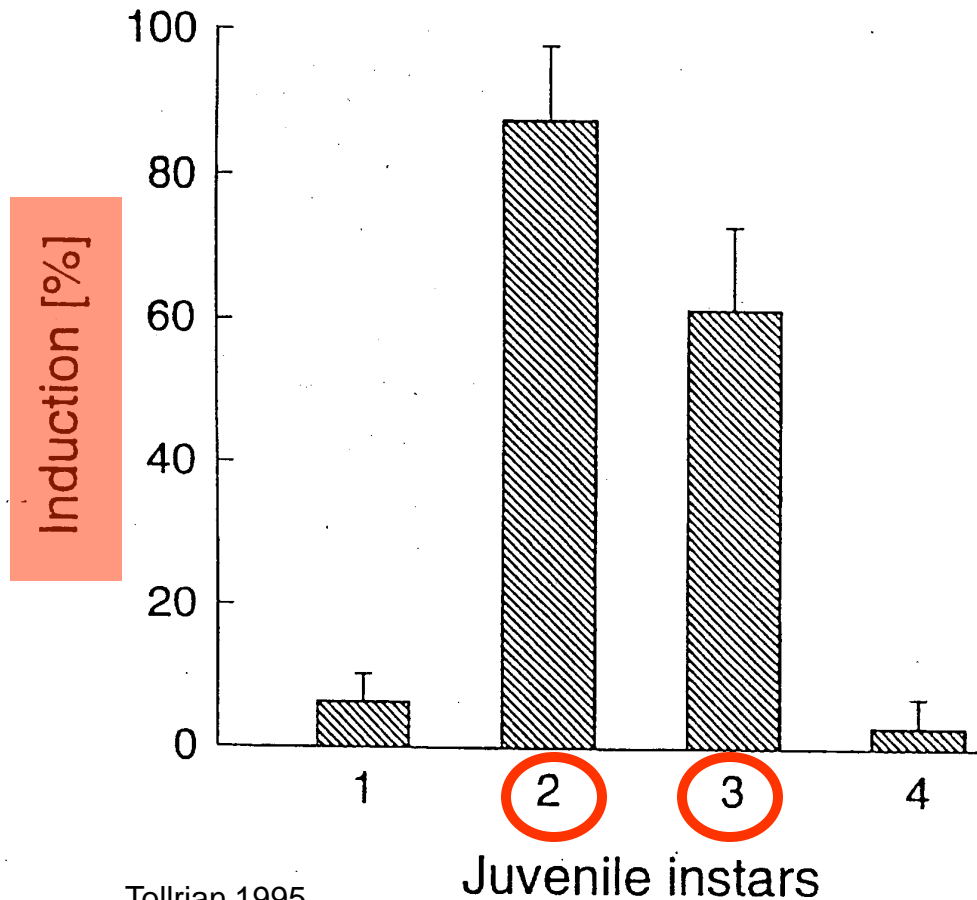
Mechanismus:

- gleiche Erfolgsrate der Angriffe
- Höhere ‚Escape efficiency‘, wenn Beute bereits gefangen



Zooplankton: Phänotypische Plastizität in *Daphnia*

Höchste Gefährdung von *Daphnia* Instar 2 und 3



Tollrian 1995



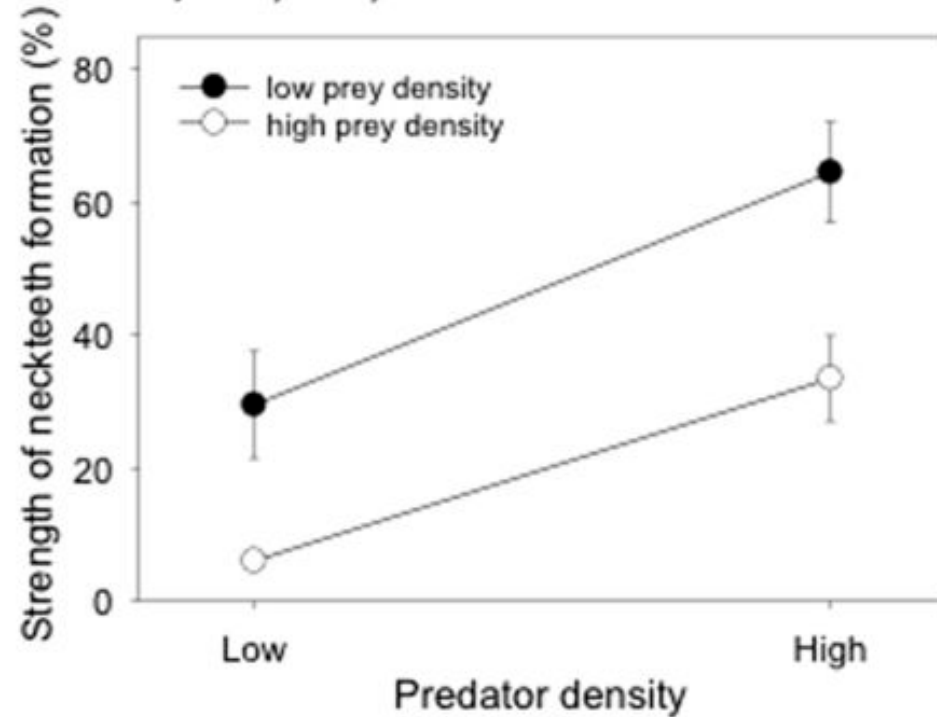
*Chaoborus
flavicans*

Juvenilstadien mit höchster Gefährdung sind am stärksten induzierbar
Induktion der Nackenzähne ist adaptiv

Zooplankton: Phänotypische Plastizität in *Daphnia*

Individuelles Prädationsrisiko hängt von Beutedichte ab

a) *Daphnia pulex* vs *Chaoborus flavicans*



Niedrigere Beutedichte \Rightarrow stärkere Verteidigung

Daphnia pulex kann dichteabhängiges Prädationsrisiko abschätzen

Zooplankton: Phänotypische Plastizität in *Daphnia*

Larven von *Chaoborus* sp.: maulspaltenlimitierter Prädator

Setzen bei aktivem Fressen Infochemikalie frei:

- induziert Nackenzähne und dickere Kutikula
- ⇒ verringerte Prädationsverluste
- ⇒ Infochemikalie ist ein **Kairomon**

Hier: phänotypische Plastizität ist eine induzierbare Morphologische Verteidigung.

Kosten! Bisher nicht gezeigt.