

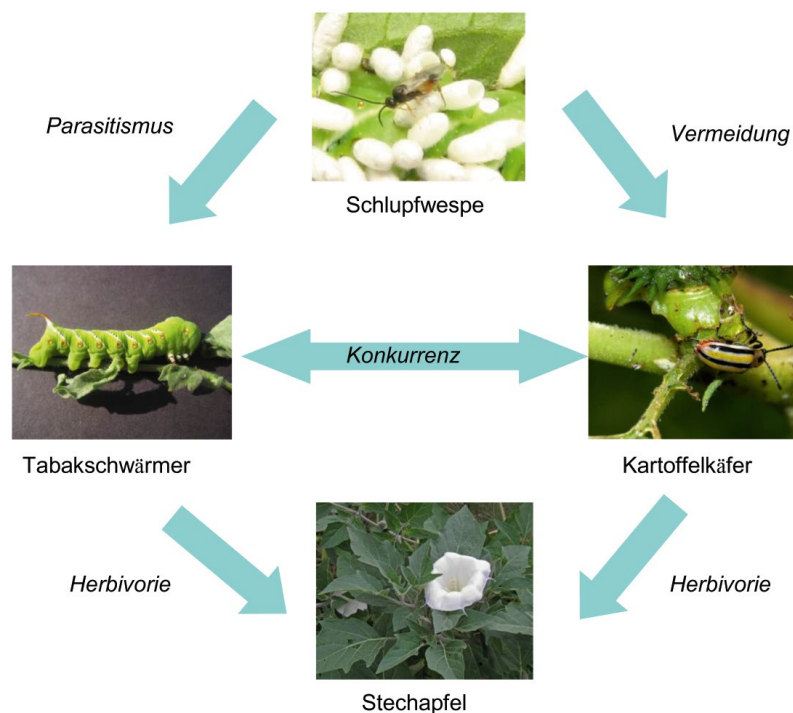
## ÖKOLOGIE

## Dreiecksbeziehung zwischen Schwärmern, Käfern und Wespen

**Beziehungsgeflechte mit drei oder mehr Partnern sind oft kompliziert und führen manchmal zu unerwarteten Ergebnissen. Jetzt konnte gezeigt werden, dass Tabakswürmer die Anwesenheit von Konkurrenten in Kauf nehmen, weil diese ihnen Schutz vor Schlupfwespen bieten.**

Pflanzen und Tiere stehen in der Natur in zahlreichen Wechselwirkungen miteinander. Pro- oder anti-biotische Beziehungen zwischen zwei Partnern lassen sich oft noch gut erfassen. Weit schwieriger wird es, wenn drei oder mehr Partner beteiligt sind. Ist eine Pflanze beispielsweise bereits von einem herbivoren Insekt oder einem Parasiten befallen, so kann sich dies positiv oder negativ auf einen zweiten Herbivoren auswirken: Bereits geschwächte Pflanzen leisten vielleicht weniger Widerstand. Andererseits könnte aber auch das Abwehrsystem

der Pflanze bereits aktiviert sein, so dass eher mehr Widerstand zu erwarten ist. Außerdem könnten geschwächte Pflanzen weniger nahrhaft sein. Manchmal verbessern Parasiten aber auch die Nahrungsqualität einer Pflanze. Ein Beispiel hierfür ist der Rostpilz *Melampsora larici-populina*, der die Blätter der Schwarzpappel (*Populus nigra*) befällt. Die Blätter werden dadurch attraktiver für die Raupen des Schwarmspinners *Lymantria dispar*, denen die an Stickstoff, Vitamin B und Aminosäuren reichen Pilze quasi als aufwertende Beilage dienen [1].



**ABB. 1 Wechselbeziehungen zwischen Tabakswürmern, Stechäpfeln, Kartoffelkäfern und Schlupfwespen.** Grafik: Johannes Sander; Einzelbilder gemeinfrei aus Wikipedia: Travis Witt (Tabakswürmer), dcrjsr (Stechäpfel), Beatriz Moisset (Schlupfwespe) und Ibsut (Kartoffelkäfer).

Welche Entscheidung ist also sinnvoll: Eier ablegen oder weitersuchen?

Ein Forscherteam um Jin Zhang hat jetzt ein weiteres Beispiel für eine Wechselbeziehung (Abbildung 1) zwischen verschiedenen Partnern untersucht [2]: Stechäpfel (*Datura wrightii*, Nachtschattengewächse), die von Larven und Imagines des Kartoffelkäfers *Lema daturaphila* befallen sind, verändern stark ihren Geruch. Tabakswürmer (*Manduca sexta*), die ebenfalls gerne Nachtschattengewächse befallen, sollten solche Pflanzen also leicht erkennen und vermeiden können. Anders als ursprünglich erwartet, fanden die Tabakswürmer von Kartoffelkäfern beschädigte Pflanzen aber sehr attraktiv. Ganz anders hingegen verhielten sich die Käfer: Sie vermieden von Tabakswürmern befallene Pflanzen.

### $\alpha$ -Copaene als Duftstoffe

Mit Hilfe von Tabakswürmermutanten konnte gezeigt werden, dass die Geruchswahrnehmung über Odorant-Rezeptoren und nicht über ionotrope Rezeptoren erfolgt. Odorant-Rezeptoren von Insekten bestehen zwar wie die Odorant-Rezeptoren von Wirbeltieren aus sieben Transmembranhelices, allerdings liegen bei ihnen der N-Terminus im Zellinneren und der C-Terminus außen. Außerdem interagieren Odorant-Rezeptoren von Insekten alle mit demselben Korezeptor (Orco). Mutationen im *orco*-Gen legen daher alle Odorant-Rezeptoren gleichzeitig lahm, so dass nicht sämtliche Rezeptoren einzeln getestet werden müssen (manche Insekten wie etwa die Feuerameise *Solenopsis invicta* besitzen davon mehr als 400!) [3]. Aus dem Luftraum von mit Käfern befallenen Pflanzen konnten  $\alpha$ -Copaene, trizyklische Sesquiterpene, als Hauptattraktor identifiziert werden. Da die Bildung der mRNAs von Odorant-Rezeptoren durch die Anwesenheit des passenden Liganden sehr schnell aktiviert wird, konnte auch der zugehörige Odorant-Rezeptor, Or35, gefunden werden. Dieser wird nur

in sehr wenigen olfaktorischen Sensorneuronen der Antennen exprimiert.

### Schutz vor Wespen

Ein Befall mit den Kartoffelkäfern sorgt für eine deutliche Reduktion der beiden Hauptverteidigungssubstanzen von Stechäpfeln, Atropin und Scopolamin. Den Tabakswärmern könnte daraus ein Vorteil erwachsen. Dem ist aber offensichtlich nicht so, denn auf den von Käfern befallenen Pflanzen wuchsen die Schwärmeraugen deutlich langsamer als auf Kontrollpflanzen. Weshalb also bevorzugen die Schwärmer mit Käfern befallene Pflanzen, obwohl es ihrer Nachkommenschaft dort doch schlechter geht? An dieser Stelle kommt ein vierter Interak-

tionspartner ins Spiel, die Schlupfwespe *Cotesia congregata*. Diese Wespe ist ein Parasitoid, d. h. die aus den Eiern schlüpfenden Larven ernähren sich erst eine zeitlang als Parasiten von den Schwärmeraugen, bevor sie ihren Wirt dann abtöten. Für die Schwärmer stellt die Wespe ein erhebliches Problem dar, werden doch im Südosten der USA 50–90 Prozent der Raupen von ihnen befallen. Erwartungsgemäß fühlten sich die Schlupfwespen von Stechäpfeln, die mit Schwärmeraugen befallen waren, stark angezogen. Waren zusätzlich auch Käfer anwesend, so waren die Pflanzen für sie deutlich weniger attraktiv. Das Verhalten der Wespen ist durchaus nachvollziehbar, denn bei gleichzeitiger Anwesenheit von Käfern ent-

wickelten sich ihre Larven wesentlich schlechter.

Tabakswärmer bevorzugen nicht nur mit Käfern befallene Stechäpfel, sondern ziehen Stechäpfeln auch die weniger nahrhaften *Proboscidea*-Pflanzen vor. Der Grund hierfür dürften auch in diesem Fall die Schlupfwespen sein, denn die klebrigen Drüsenhaare von *Proboscidea* bieten wahrscheinlich ebenfalls Schutz vor den Parasitoiden.

### Literatur

- [1] F. Eberl et al. (2020). *Ecol. Lett.* 23, 10s73–1084.
- [2] J. Zhang et al. (2022). *Curr. Biol.* 32, 1–9.
- [3] S. Sachse und J. Krieger (2011). *Neuroforum* 3, 89–100.

Johannes Sander, Halver

## ÖKOLOGIE

### Schwämme als Pioniere unter dem arktischen Eis

**Tiefseeberge in der Zentralarktis beherbergen Schwammgärten mit hoher Artenvielfalt und bemerkenswerter Besiedlungsdichte. Es handelt sich um das nördlichste bekannte Vorkommen von Hornkiesel-schwämmen der Gattung Geodia. Ein Blick in die Erdgeschichte zeigt, wie sich diese Überlebenskünstler durch Resteverwertung im extrem nährstoffarmen Wasser behaupten können.**

In der eisbedeckten Zentralarktis entdeckten Forscher einer Polarstern-Expedition im Herbst 2016



**ABB. 1** Dicht besiedeltes Areal der Schwammkolonie mit Individuen unterschiedlicher Größe, die teilweise von Kalkröhrenwürmern besiedelt sind. Foto: PS101 AWI OFOBS, mit freundlicher Genehmigung aus [2].

dicht besiedelte, artenreiche Schwammgärten mit einer Ausdehnung von etwa 15 km<sup>2</sup> auf den Gipfeln von Tiefseebergen des Langseth-Rückens (87°N, 61°E), einem Teil des Gakkel-Rückens. In dieser Lebensgemeinschaft dominieren Hornkiesel-schwämme (*Demospongiae*) mit den Spezies *Geodia parva*, *G. hentscheli* und *Stelletta rhabdidiophora*, aber auch Glasschwämme (*Hexactinellida*) und Kalkschwämme (*Calcarea*) sind vertreten. Auf den meisten Schwämmen siedeln Bryozoen und Röhrenwürmer (*Serpulidae*, Abbildung 1), dazwischen tummeln sich Garnelen, Seesterne und Schlangensterne. Hochauflösende Kameraaufnahmen von der Fundstelle hatten bereits

vor einem Jahr für Schlagzeilen gesorgt, denn Spuren am Meeresgrund deuten darauf hin, dass die als sessil geltenden Schwämme nicht unverrückbar an ihrem Standort verharren, sondern sich fortbewegen, wenn auch sehr langsam. Dabei sondern sie massenweise Skelettelemente ab, die so genannten Spicula, die wie ein Teppich die Trasse ihrer Fortbewegung anzeigen [1].

Normalerweise bevorzugen Schwämme als Filtrierer Gewässer, die reichlich Plankton oder andere organische Partikel enthalten. Daher war zunächst rätselhaft, wie sich in dem extrem oligotrophen Wasser der seit Jahrzehnten ganzjährig von Eis bedeckten Zentralarktis Schwammgärten entwickeln konnten, denn am Langseth-Rücken gibt es weder nennenswerten Planktonregen noch Nährstoffe zuführende Meeresströmungen und auch keine Methan oder Sulfide ausdünstenden Quellen. Nach den Schätzungen der Forscher ist der Bedarf an organischem Kohlenstoff für den Grundstoffwechsel der dort ansässigen Schwammpopulation viel zu hoch, als dass er durch Filtration der im freien Wasser verfügbaren Partikel