

nen Außenskeletts und in Gefangenschaft auch von Früchten, Marmelade, Milch oder Wurst. Spinnennetze werden auch eingesetzt, um Pollen zu fangen. Über eine weitere vegetarische Nahrungsquelle berichtet eine Forschergruppe um Robert R. JACKSON von der University of Canterbury in Neuseeland. Sie entdeckten, daß Springspinnen gerne Nektar trinken. Von dieser Spinnengruppe sind fast 5000 Arten beschrieben; sie bildet damit die größte Spinnenfamilie. Die Forscher hatten 31 Arten im Freiland beim Nektartrinken entdeckt und 90 Arten im Labor auf diese Ernährungsweise hin untersucht. Es zeigte sich, daß alle untersuchten Arten sich von Nektar ernähren können. Vermutlich ist das Nektartrinken also eine bislang weithin übersehene, aber verbreitete Art der Ernährung. Auch Krabbenspinnen, die in Blüten auf Beute lauern, versorgen sich alternativ ebenfalls mit Nektar. Die Aufnahme flüssiger Nahrung ist für Spinnen normal, denn sie verflüssigen Beutetiere mit Verdauungssäften, um sie dann aufzusaugen. Frühere Untersuchungen deuten darauf hin, daß die Nektarkost die Lebensdauer der Spinnen erhöht, was damit zusammenhängen mag, daß Nektar besondere Nährstoffe bietet.

[JACKSON RR, POLLARD SD, NELSON XJ, EDWARDS GB & BARISON AT (2001) Jumping spiders (Araneae: Salticidae) that feed on nectar. J. Zool. Lond. 255, 25-29.] RJ

Verwesungsgeruch als Attraktion

Das auf den Mittelmeerinseln Korsika, Sardinien und den Balearen beheimatete Aronstabgewächs (Araceae) *Helicodiceros muscivorus* lockt für die Bestäubung vornehmlich Schmeißfliegen (Colliphoridae) an. Zur Anlockung dienen der Pflanze der besondere Blütenaufbau (s. JUNKER & WISKIN 2002), Farbe (die Innenseite des Hochblatts ist purpurrot), Bau der Hochblattscheide und leichtflüchtige Schwefelverbindungen, die an den Geruch von verwesendem Fleisch erinnern. Die Übersetzung des volkstümlichen Namens der Pflanze lautet dementsprechend „Totes Pferd“. Viele Schmeißfliegen nutzen Aas zur Eiablage.

HANSSON und Mitarbeiter (2002) haben analytisch nachgewiesen, daß die Geruchsstoffe, die von Kadavern ausgehen, und diejenigen von *Helicodiceros muscivorus* dieselben Komponenten aufweisen (Dimethylsulfid, Dimethyldisulfid und zwei strukturell unterschiedliche Dimethyltrisulfidverbindungen). Diese Verbindungen entstehen beim Abbau von Protein in zerfallendem Fleisch und sind für den typischen Verwesungsgeruch verantwortlich. Die Kompositionen aus beiden Geruchsquellen (Blüte bzw. Aas) erwiesen sich im Experiment hinsichtlich ihrer Attraktivität auf die Fliegen als gleich wirksam.

Die Pflanzen blühen typischerweise zwei Tage, wobei der Verwesungsgeruch nur am ersten Tag

der Blüte auftritt. Dies wirkt sich nach den Untersuchungsergebnissen auf die Zahl der Insektenbesuche bei der Pflanze aus, welche am zweiten Tag deutlich geringer ist. Präpariert man die Blüten mit einer Mischung der genannten Schwefelverbindungen, dann kann die geruchliche Attraktivität zeitlich ausgedehnt werden, die Zahl der Besuche durch die Bestäuberinsekten ist dann auch am zweiten Tag vergleichbar hoch wie am ersten.

Die Autoren sehen in dieser ungewöhnlichen Methode von *Helicodiceros muscivorus*, bestäubende Insekten anzulocken, ein „eindrucksvolles Beispiel für evolutionäre Schlauheit“ („striking example of evolutionary cunning“). Dabei ist eigentlich völlig unklar, wie auf verschiedenen Synthesewegen – Proteinabbau in Aas bzw. pflanzliche Biosynthese (inklusive weiterer Randbedingungen, wie z.B.: zeitlich exakte Koordination, Temperaturerhöhung zur Intensivierung des Geruchs usw.) – dieselbe Wirkung auf Schmeißfliegen zu unterschiedlichem Zweck bewerkstelligt werden soll: zur Eiablage hier und Bestäubung da. Die Bemerkung der „Schlauheit“ provoziert die Frage nach deren Quelle und Herkunft.

[JUNKER R & WISKIN R (2002) Der Natur auf der Spur im Frühlingswald. Dillenburg, S. 54-59; STENSMYR MC, URRU I, COLLU I, CELANDER M, HANSSON BS & ANGIOY A (2002) Rotting smell of dead-horse arum florets. Nature 420, 625-626. Weitere Abbildungen und Informationen z.B. unter folgenden Adressen: <http://www.isolevillasimius.it/deu/morfologia.html>; <http://www.isolevillasimius.it/deu/helicodiceros.html>] HB



Abb. 1: Verwandt mit *Helicodiceros*: Der heimische Aronstab (*Arum maculatum*).

Faszination der Pflanzengallen

Höchst eigenartige Gebilde unterschiedlicher Formen finden sich nicht selten auf Blättern oder anderen Pflanzenteilen von Gehölzen: kugelige, ovale, linsenförmige, scheibenförmig-eingedellte „Häuschen“: sogenannte Pflanzengallen (Abb. 1). Es sind kleine Herbergen für Gallinsekten, die ihre Larvenentwicklung im Innern der Galle durchlaufen. Es handelt sich wirklich um „Gasthäuser“, denn die Gallen bieten nicht nur Schutz, sondern auch Nahrung.

Wie diese seltsamen Gebilde entstehen, ist unverstanden. Klar ist, daß sie sich unter dem Einfluß von Insekten bilden: Galläuse, Gallmücken,

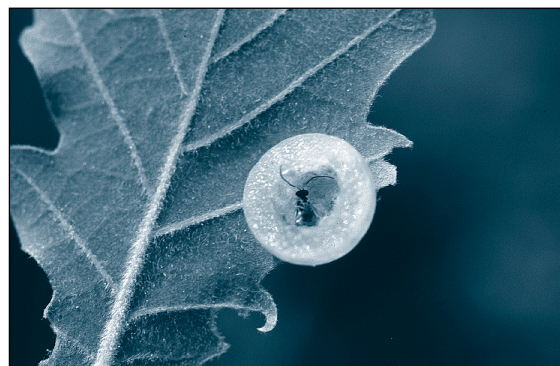


Abb. 1: Aufgeschnittene Galle auf Eichenblatt mit Insekt.



Abb. 2: *Beachtlich: Auf demselben Blatt können ganz verschiedene Galltypen ausgebildet werden: neben den zahlreichen Linsengallen findet sich ganz links eine ovale Galle sowie rechts daneben eine unregelmäßig geformte Galle.*

Gallwespen und andere. Die Insekten legen ein Ei ins Blattgewebe. Als Reaktion darauf bildet die Wirtspflanze das Gallgewebe und eine für das jeweilige Insekt spezifische Form der Galle. Auf ein und demselben Blatt können so ganz verschiedene Gallen entstehen (Abb. 2), die detailliert organisiert und auf ihre Funktion optimal zugeschnitten sind. Die dabei entstehenden Gallenformen gehören nicht zum normalen Formenrepertoire der Pflanzen – und das, obwohl eine Übertragung von Erbmateriale des Insekts in das Erbgut des Wirtes nicht nachgewiesen werden konnte. Wie durch die Einflüsse des Gastes der Stoffwechsel und die Formbildung der Wirtspflanze umfunktioniert werden, ist nach wie vor unbekannt.

In einer neueren Studie an Weidengallen zeigten die finnischen Wissenschaftler Tommi NYMAN und Riitta JULKUNEN-TIITTO, daß die chemische Zusammensetzung der Gallen gegenüber dem normalen Weidengewebe stark verändert ist (HACHTEL & BERGER 2001). So ist das Vorkommen phenolischer Verbindungen stark reduziert. Diese Stoffe spielen eine Abwehrrolle und können wachstumshemmend oder giftig für Insekten sein. Die Insekten steuern also auch die chemischen Eigenschaften der Gallen. Für das Wachstum der Larven der Gallerreger ist es sicher günstig, daß der Phenolgehalt vor allem im Innern der Galle gering ist.

Nicht nur die Entstehungsweise der Gallen ist unbekannt, unklar ist aus evolutionstheoretischer Sicht auch, weshalb es überhaupt Gallen gibt. Zum einen ist ein Nutzen für die Pflanze nicht ersichtlich; was hat also dazu geführt, daß die Pflanze ihren Gästen solch passende Wohnstätten „baut“? Zum anderen ist der Weg unklar, der zur Fähigkeit der Gallinsekten führte, Gallen auf dem Wirtsgewebe hervorzurufen. Am plausibelsten ist nach Darstellung von HACHTEL & BERGER (2001) die sogenannte Ernährungshypothese: „Nach ihr sollen Gallerreger die Fähigkeit besitzen, ihren Wirt so zu manipulieren, dass dieser im Gallinnern Gewebe pro-

duziert, welches höhere Gehalte an Nährstoffen bzw. niedrigere Konzentrationen an Abwehrstoffen enthält oder beides, ernährungsphysiologisch also wertvoller ist als andere Pflanzenteile.“ Damit wird jedoch allenfalls eine notwendige, aber bei weitem nicht hinreichende Bedingung für die evolutive Gallbildung beschrieben: Der Nutzen von Gallen für das Insekt ist nachvollziehbar, nicht aber der Weg der evolutionen Entstehung der Gallen. Die Autoren weisen zudem darauf hin, daß die Ernährungshypothese bislang kaum durch Daten gestützt wird. Die erwähnte Studie von NYMAN und JULKUNEN-TIITTO kann nur als Beleg gelten, was die Abwehrstoffe betrifft. Dennoch: Die Ernährungshypothese erklärt nur den Nutzen der fertigen Gallen, nicht aber die Schritte ihrer Entstehung.

Erschwerend kommt aus evolutionstheoretischer Sicht noch hinzu, daß Gallinsekten in mindestens sieben Insektenordnungen vorkommen. Es muß daher angenommen werden, daß Gallbildung ebenfalls mindestens siebenmal unabhängig entstanden ist. Wir treffen hier das verbreitete Phänomen der Konvergenz an: Bestimmte durchaus komplexe Merkmale oder Fähigkeiten finden sich baukastenartig unsystematisch verteilt im Organismenreich.

[HACHTEL W & BERGER S (2001) Schmackhafte Pflanzengallen. Biol. in uns. Zeit 31, 204-205] RJ

Der universelle Code – nahezu

Als ein mögliches Argument für die gemeinsame Abstammung aller Lebewesen von einer Urgemeinschaft wird immer wieder auf die Universalität des genetischen Codes hingewiesen (WOESE 1967). Das heißt die Erbinformation ist in Bakterien auf die gleiche Weise verschlüsselt wie z.B. in Säugetieren. Der genetische Code hat vier Buchstaben (A, C, G und T), die jeweils zu dreien ein sogenanntes Codon bilden. Jedes mögliche Codon steht nun entweder für eine Aminosäure (GGG zum Beispiel für Glycin) oder für den Startpunkt der Proteinkette (ATG) oder für den Endpunkt (hier sind es drei: TGA, TAG und TAA). Es stellte sich aber bald heraus, daß der Code doch nicht ganz so universell ist, wie zuerst angenommen. Es gibt etliche Abweichungen vom sogenannten „Standard-Code“ (FOX 1987). Beispielsweise codiert in einer Hefe namens *Pichia farinosa* CTG nicht für die Aminosäure Leucin, sondern für Serin (SUZUKI *et al.* 2002). Nun wurde kürzlich eine weitere interessante Abweichung entdeckt. In dem Archaeobakterium *Methanosarcina barkeri* bezeichnet das Codon TAG nicht das Ende eines Proteins, sondern wird für eine neue, bislang unbekannte Aminosäure verwendet. Diese neue entdeckte Aminosäure wurde Pyrrolysin getauft (HAO *et al.* 2002; SRINIVASAN *et al.* 2002). Einen ähnlichen Fall hatte man vor mehr als zehn Jahren entdeckt, bei dem das TGA-Stopco-