

Von Pflanzen, die schmecken, riechen, sehen, tasten und hören können. Und die dank dieser Fähigkeiten ihre Feinde auf vielfältigste Weise abwehren.

(Florianne Koechlin, März 1999)

Wenn Raupen der Gattung *Spodoptera exigua* Hübner Maispflanzen befallen und an den Blättern zu fressen beginnen, kommen bald auch natürliche Feinde dieser Raupen angefliegen: In diesem Falle Wespen der Gattung *Cotesia marginiventris*, **die die Raupen parasitieren. Sie legen ihre Eier in die Raupen hinein** und führen so mit der Zeit zu deren Tod.

Warum aber finden die Wespen ihre Opfer so schnell und zuverlässig? Dieser Frage hat Ted Turlings, Professor an der Universität Neuchâtel und gebürtiger Holländer, die letzten zehn Jahre seiner Forschungsarbeit gewidmet. Denn die Raupen sind recht unscheinbar und auch geruchlos - sie selber ziehen die Wespen kaum an. Das liegt auch in ihrem evolutionären "Interesse". Doch wenn es nicht an den Raupen liegt, dann müssen die Pflanzen selber die Wespen anlocken können.

Um dies herauszufinden, hat Ted Turlings mit seiner Gruppe die Wirkung von verletzten Maisblättern untersucht. Mit einem Messer verletzte Blätter haben keine Wirkung auf Wespen, von Raupen angefressene Blätter hingegen üben eine hohe Anziehungskraft auf Wespenweibchen aus. Die Forscher haben dann versucht, die Geruchstoffe zu analysieren, die die Pflanze aussendet. Sie wurden fündig. "Sie können es selber riechen: Eine von Raupen verletzte Pflanze produziert nach ein **paar** Stunden ein stark duftendes Gemisch an Geruchstoffen. Anfangs riechen **sie** den Duft von geschnittenem Gras - den Geruch von verletzten Pflanzen also, wir kennen dieses Duftstoffgemisch seit längerem. Nachher kommt ein anderer Duft dazu, ein starker Duft, und dieser Duft zieht die Wespenweibchen an, und zwar unabhängig davon, ob die Raupen noch am Blatt sind oder nicht", sagt Ted Turlings. Chemische Analysen der Duftstoffe ergaben, dass die flüchtigen S.O.S.-Signale der Maisblätter aus einem Gemisch von Indol und Terpenoiden bestehen.

Wie aber "weiss" die Maispflanze, dass sie von diesen Raupen **befallen** ist und nun die kleinen Wespen zur Hilfe rufen muss? Die ForscherInnen haben Maisblätter mit dem Messer verletzt: Es gibt keine Reaktion. Sobald aber die verletzten Blätter mit Raupenspeichel beschmiert werden, beginnen sie mit der Produktion der S.O.S.-Duftstoffe. Also müssen die Pflanzen die Raupen an ihrem Speichel "schmecken", sobald diese sie angreifen. Nun begann eine vier Jahre dauernde, sehr aufwendige Suche nach dem Signalstoff im Raupenspeichel. Raupen wurden aufgezogen, gefüttert, dann zum Erbrechen gebracht und ihr Speichel mit modernster Analysemethodik untersucht. Erst letztes Jahr fanden die Forscher den Stoff und nannten ihn Volicitin. Die Pflanze "schmeckt" im Raupenspeichel das Volicitin und beginnt dann sofort mit der Produktion ihrer Duftstoffe, um damit die Wespenweibchen anzuziehen, die ihrerseits die Fressraupen langsam abtöten - das Puzzle zu diesem faszinierenden Zusammenspiel kam langsam zusammen.

Doch die ForscherInnen kamen noch mehr ins Staunen: So berichtete eine Forschergruppe um Tumlinson (USDA-ARS) letztes Jahr in der renommierten Wissenschaftszeitung 'nature', dass Pflanzen **nicht bloss** einen Notsignal-Duftstoff herstellen, sondern ein Repertoire verschiedener Duftstoffe haben und je nach Raupenart ganz spezifische Duft-Not-Signale aussenden. Die Wespen "wissen" dann genau und zuverlässig, welche Raupenart gerade an diesen Maispflanzen frisst, und zwar - und auch dies ist erstaunlich - lernen die Wespen assoziativ die Duftgemische zu unterscheiden und finden auf diese Weise ihre bevorzugte Raupenart. Das haben Geruchsversuche mit Wespen gezeigt. Es ist also nicht so, wie bislang angenommen, dass Wespen mit diesem "Wissen" auf die Welt kommen, und starr und instinktiv nur immer dem gleichen Geruch folgen. "Wespen sind sehr gute Lerner", bestätigt Turlings.

Er ist sich jedoch nicht so sicher, ob Pflanzen wirklich so differenziert ihre Duftstoffe produzieren. Vielmehr hat sein Team herausgefunden, dass unterschiedliche Maissorten sehr unterschiedliche Duftstoffgemische herstellen, einige wenig und andere mehr. "Wir haben verschiedene Maissorten aus Frankreich in Bezug auf Duftstoff-Emissionen untersucht und haben dramatische Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten festgestellt", so Turlings.

Zudem produzieren junge Maispflanzen viel mehr Notruf-Gerüche als alte Pflanzen (die jungen Blätter sind auch viel **verletzlicher** und gefährdeter), und Trockenheit begünstigt die Duftstoffproduktion eher. Sein Team untersucht nun, wie sich dieses flexible und dynamische Dreiecksverhältnis für die biologische Schädlingsbekämpfung verwenden lässt. Kann ein ausgeklügeltes Anbausystem im Maisbau dazu beitragen, dass die Pflanzen mehr Duftstoffe produzieren und somit mehr Wespen anziehen, um sich besser gegen Raupenfrass zu schützen? Oder gelingt es, durch Kreuzungen Maispflanzen zu züchten, die viel Duftstoffe produzieren und gleichzeitig einen hohen Ertrag haben? Eine faszinierende Perspektive für den Biolandbau.

Turlings Forschung wird auf die Schweiz selber kaum grosse Auswirkungen haben. Er untersucht Raupen, die vor allem wärmeren Gegenden - in Lateinamerika, in Israel und Aegypten, aber auch in Südeuropa zu wahren Plagen werden können. Seine Forschung wird deshalb auch von der **Direktion für Entwicklungszusammenarbeit (DEZA)** mitunterstützt. "Vielleicht, wenn die globale Erwärmung derart voranschreitet wie bisher, wird meine Forschung auch für die Schweiz relevant werden. Leider." sagt Ted Turling.

Pflanzen haben noch viele andere Möglichkeiten, um Schädlinge abzuwehren. Sie können sich zum Beispiel selber aktiv gegen Schädlinge und Krankheitsbefall zur Wehr setzen. Sie können befallene Zellen sofort zum Absterben bringen, um Schädlinge an der Verbreitung in der ganzen Pflanze zu hindern. Sie können auch verschiedene Toxine gegen die Eindringlinge (sogenannte Phytoalexine) bilden. Reben zum Beispiel bilden in den Trauben das Pilztoxin Resveratrol gegen die Graufäule. (Resveratrol wiederum soll Herzbeschwerden vorbeugen, meinen etliche Experten und empfehlen daher den regelmässigen Genuss von etwas Rotwein).

Wichtig ist bei allen diesen Abwehrmassnahmen, dass die Pflanzen den Eindringling schnell und zuverlässig erkennen können. Und über die Fähigkeiten pflanzlicher Erkennungssysteme kommen die ForscherInnen immer mehr ins Staunen.

So können Pflanzen noch viel mehr als den Speichel von Raupen schmecken. Pflanzen können riechen, sehen, spüren und hören, wie Andy Coghlin in der Wissenschaftszeitung New Scientist (26.10.98) berichtet. Und viele dieser erstaunlichen Eigenschaften helfen ihnen, ihre Umgebung **ziemlich gut** wahrzunehmen und sich vor Feinden zu schützen.

Pflanzen können riechen: Untersuchungen an Tomaten haben ergeben, dass verletzte Tomaten den Duftstoff Methyl-Jasmonat als Notsignal aussenden. Benachbarte Pflanzen können dann "riechen", dass Gefahr in Anzug ist, und mit der Schädlingsabwehr beginnen. Methyl-Jasmonat ist ein häufig verwendeter Stoff in Parfums. Das gab Probleme für die ForscherInnen. "Wir mussten die Frauen warnen, im Gewächshaus kein Parfum zu verwenden weil dies unsere Experimente durcheinander gebracht hätte", sagt Bud Ryan von der Washington **State** University. Inzwischen haben Forscher auch noch andere Warn-Duftstoffe gefunden. Sie wollen prüfen, ob diese Duftstoffe vor einer Raupeninvasion zur Warnung der Pflanzen eingesetzt werden können. Wenn die Raupen dann kommen, wären die Pflanzen optimal vorbereitet.

Pflanzen können sehen: Sie enthalten in vielen Pflanzenorganen photosensitive Komponenten, die jeweils sehr spezifisch auf bestimmte Wellenlängen des Lichtes reagieren können. Diese Lichtsensoren teilen der Pflanze zum Beispiel mit, ob es Tag oder Nacht ist, wie lange der Tag ist, wieviel Licht da ist und von wo das Licht kommt. Das sind alles elementar wichtige Informationen für die Pflanze, und ihr Wachstum und Metabolismus richtet sich nach solchen Daten. Erst kürzlich haben Forscher um Gareth Jenkins von der University of Glasgow zudem herausgefunden, dass Pflanzen auch die schädlichen UV-B-**Strahlen** registrieren können. Dann lösen sie die Herstellung bestimmter Pigmente aus, die die UV-B-Strahlen herausfiltern können. "Pflanzen stellen in der Gegenwart von UV-B-Strahlen ihre eigene Sonnenschutzcreme her", bemerkt Gareth Jenkins. Dass dies nötig ist, wissen die Fachleute: Wenn Pflanzen aus dem (sonnenlosen) Gewächshaus direkt in die Sonne gestellt werden, laufen sie Gefahr, einen "Sonnenbrand" zu bekommen.

Pflanzen können tasten: Alle kennen wir die Mimose, deren Blätter sich bei geringster Berührung nach unten biegen. Auch gewöhnliche Pflanzen können Bewegung, zum Beispiel den Wind, "spüren" und sich vorsehen, denn starker Wind kann bei Blättern grosse Schäden anrichten. Wie Andy Coughlin im New Scientist erwähnt, haben Untersuchungen ergeben, dass

Maispflanzen, die jeden Tag 30 Sekunden lang geschüttelt wurden, 30 bis 40 Prozent weniger Ertrag ergaben. Dafür waren die Zellwände ihrer Blätter und ihres Stengels massiv verstärkt worden; eine Schutzmassnahme gegen das Schütteln.

Und ob Pflanzen hören können? **Mordechai** Jaffe von der Universität Waker Forest (USA) hat Pflanzen permanent mit Tönen in der Lautstärke von menschlichen Stimmen beschallt und stellte fest, dass Zwergerbsen doppelt so gross wurden wie normal.

Pflanzen, so zeigt gerade die Forschung der letzten Jahre, wissen sehr viel mehr über ihre Umwelt als dies bisher angenommen wurde. Könnte dies nicht auch bedeuten, dass der Status von Pflanzen neu überdenkt werden muss? Der in der Schweizer Verfassung verankerte Grundsatz, dass die "Würde der Kreatur" zu achten sei, wird bisher nur in Bezug auf Tiere diskutiert. Warum eigentlich? Warum sollten Pflanzen, die schmecken, riechen, sehen oder hören, bloss als Sachen gelten, an denen beliebig herummanipuliert werden kann und die patentierbar sind wie irgendeine Chemikalie?

Literatur

A.Coughlin 'Sensitive flower', New Scientist, 26.9.98/

T.Turlings and B.Benrey 'Effects of plant metabolites on the behaviour and development of parasitic wasps', 1998, Ecoscience, 5(3),321

C.M.De Moraes et al, 'Herbivore-infested plants selectively attract parasitoides', 1998, Nature, 393,570

H.T.Alborn et al, 'An elicitor of plant volatiles from Beat Armyworm Oral Secretion', 1997, Science, 276,945

W.J.Lewis and K.Takasu, 'Use of learned odours by a parasitic wasp in accordance with host and food needs', 1990, Nature, 348,635