



Pflanzenforscher Baldwin, Boland: „Häufig unterhalten sich die Gewächse über die Attacken von Insekten“

FOTOS: SVEN DOERING/VISUM

BOTANIK

Die Pflanzenflüsterer

Bohnen führen Selbstgespräche, Tabakpflänzchen rufen um Hilfe, Tomaten schreien vor Schmerzen: Botaniker entschlüsseln die geheime Sprache der Pflanzen. Genforscher arbeiten sogar schon daran, das Buschgewisper für die biologische Schädlingsbekämpfung nutzbar zu machen.

Ian Baldwin ist ein Freund der gepflegten Unterhaltung im Grünen. Am liebsten lauscht der Forscher dem Geschrei des Wüstenbeifußes oder dem Hilferuf des Wilden Tabaks. Das ganze Flüstern, Säuseln und Wispern zwischen den Blättern und Stengeln – für den Ökologen ist es eine linguistische Offenbarung.

„Pflanzen haben vielerlei Gesprächsstoff“, erklärt der Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut (MPI) für Chemische Ökologie in Jena. „Häufig unterhalten sie sich etwa über die Attacken von Insekten.“ Zweifellos: Der Forscher meint es ernst. Und er kann Erstaunliches berichten.

Baldwin ist eine Art Pflanzenflüsterer. Gewächse, die reden und hören, die plauschen, plappern und parlieren, sind sein Metier. Bislang galt eher Prinz Charles als

Spezialist des Plauschs mit Buchsbäumen und Begonien. Knapp ein Drittel der Deutschen spricht angeblich mit den eigenen Wohnzimmergewächsen. Nun jedoch wenden sich auch Forscher vermehrt dem Thema zu. Mit wissenschaftlichem Ehrgeiz hegen sie schreiende Tomaten, um Hilfe rufende Limabohnen und tauben Tabak.

Die Sprache des Grünzeugs: reine Chemie. Das Vokabular: ein Sammelsurium giftiger Wirksubstanzen und hochpotenter Duftstoffe. Sogar Selbstgespräche führen die grünen Schwatzmäuler, sagt Baldwin. Erstaunt ist der Forscher darüber kaum: „Versetzen Sie sich einmal in eine Pflanze; Sie sind festgewachsen, Sie sind die Basis der Nahrungskette, und alles um Sie herum will Sie auffressen.“ Ein Ausweg für die Gewächse: biochemische Kommunikation.

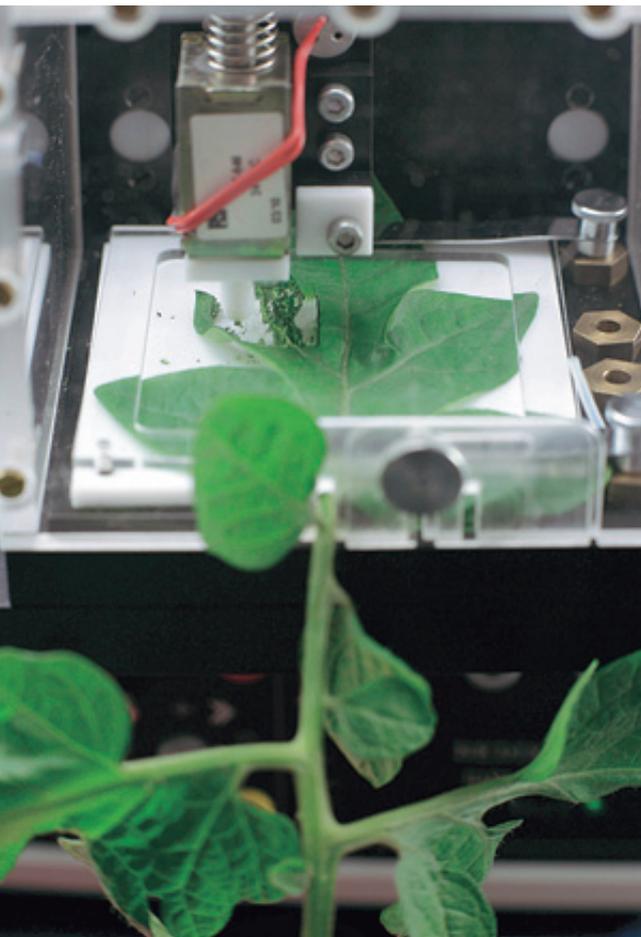
„Pflanzen können über Düfte unerhört komplexe Informationen versenden und untereinander austauschen“, bestätigt Baldwins Jenaer Kollege Wilhelm Boland. Die Mehrzahl ihrer Schädlinge könne eine Pflanze durch Bildung bestimmter Substanzen abwehren. Boland: „Wir hoffen, diese Sprache zu entschlüsseln, um sie künftig für die biologische Schädlingsbekämpfung nutzbar zu machen.“

Dass Pflanzen duftende Chemie nutzen, ist zunächst eine Binsenweisheit. Besonders raffinierte Odeurs etwa versprühen zahllose Gewächse zwecks Vermehrung. So macht beispielsweise die australische Orchideenart *Chiloglottis trapeziformis* die Männchen einer Rollwespe im wahrsten Sinne des Wortes zu ihren Liebhabern. Die Pflanze produziert einen Duftstoff, der mit

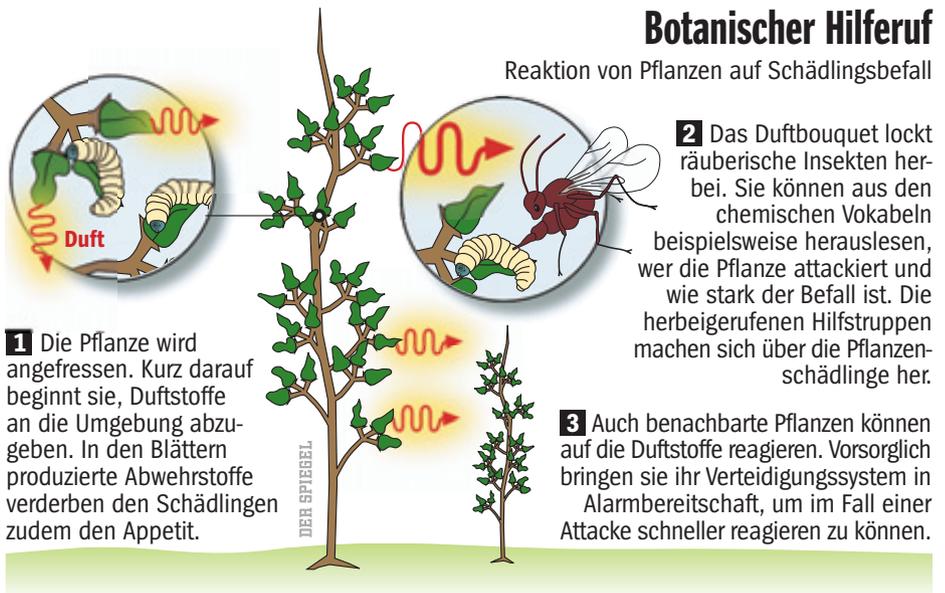
dem Sexuallockstoff der Hautflüglerweibchen identisch ist. Die Männchen folgen dem verführerischen Geruch, versuchen, mit der Orchideenblüte zu kopulieren, und transportieren anschließend deren Pollen zur nächsten Blüte.

Das Interesse der MPI-Forscher geht jedoch weit über den duftigen Sex hinaus. Über hundert Duftvokabeln können manche Pflanzen in ihrem sogenannten Sekundärstoffwechsel bilden. Doch worüber reden sie denn so, die schwätzerischen Pfeilkräuter, Fuchsien und Forsythien? Es ist der Ehrgeiz der Experten, die komplexen, für Menschen oftmals gar nicht wahrnehmbaren Duftbouquets in ihre Einzelteile zu zerlegen. Modernste Biochemie, grüne Gentechnik und handfeste Mechanik setzen die Forscher ein, um die Geheimsprache der Pflanzen zu entschlüsseln.

„Klack, klack, klack, klack“ – unerbittlich senkt sich der Bolzen von „MecWorm“ in das Tomatenblatt. Computergesteuert hackt der Raupenroboter immer neue Löcher in die schon reichlich derangierte Blattkante. „Wir imitieren den Insektenfraß“, erläutert Boland, Chef der MPI-Abteilung Bioorganische Chemie, und blickt auf das kleine kastenförmige Gerät in seinem Jenaer Labor. Mit der Maschine ahmt der Forscher das Fraßmuster von Pflanzenschädlingen nach und dokumentiert zugleich den Aufschrei der malträtierten



Mechanische Raupe: Frisches Grün zerraspelt



1 Die Pflanze wird angefressen. Kurz darauf beginnt sie, Duftstoffe an die Umgebung abzugeben. In den Blättern produzierte Abwehrstoffe verderben den Schädlingen zudem den Appetit.

Botanischer Hilferuf

Reaktion von Pflanzen auf Schädlingsbefall

2 Das Duftbouquet lockt räuberische Insekten herbei. Sie können aus den chemischen Vokabeln beispielsweise herauslesen, wer die Pflanze attackiert und wie stark der Befall ist. Die herbeigerufenen Hilfstruppen machen sich über die Pflanzenschädlinge her.

3 Auch benachbarte Pflanzen können auf die Duftstoffe reagieren. Vorsorglich bringen sie ihr Verteidigungssystem in Alarmbereitschaft, um im Fall einer Attacke schneller reagieren zu können.

Pflanze. Luft wird durch den kleinen Behälter gesaugt, in den das Blatt der Tomatenpflanze eingeschlossen ist. Ein Massenspektrometer analysiert die von dem Nachtschattengewächs freigesetzten Stoffe: „Das Gerät zeigt uns genau, wie raffiniert Pflanzen auf Angriffe reagieren.“

Erstaunliches geschieht, sobald frisches Grün von mahelnden Mundwerkzeugen zerraspelt wird. Zunächst ist das Chaos groß. „Die Pflanze läuft quasi aus“, erläutert Boland. Dann jedoch startet eine fein orchestrierte Reaktion, die schließlich zur Vorwärtsverteidigung und zum Absetzen von SOS-Rufen führt.

Blitzschnell verbreitet sich die Nachricht der Attacke über die gesamte Pflanze. Hormonähnliche Substanzen fließen durch die Pflanzengefäße und erreichen in wenigen Minuten selbst die Wurzeln. Das Verblüffende: Der botanische Signalweg gleicht chemisch in Teilen jenen Vorgängen, die bei Entzündungen im menschlichen Körper ablaufen. So spielen Phytohormone eine Rolle, die chemisch mit schmerzauslösenden Gewebshormonen des Menschen verwandt sind.

Von „Pflanzenkopfschmerzen“ sprechen die Forscher. Und die Reaktion auf die Pein ist umfassend: Pflanzengene verändern ihre Aktivität, sobald ein Schädling zubeißt. Die Folgen hat Boland bei der Limabohne besonders gut erforscht. Das amerikanische Gewächs ist ein Meister der indirekten Verteidigung: Wird es etwa von Spinnmilben befallen, ruft es auf zwei Wegen Hilfe herbei. Die Pflanze sondert an ihren Blattstielen Nektar ab und setzt zugleich Duftstoffe frei. Das

Ziel der Doppelstrategie: die Aktivierung mehrerer Verteidigungsarmeen. Während auf den Nektar vor allem Ameisen reagieren, lockt der Duft andere Räuber heran. Diese fackeln nicht lange: Sie machen kurzen Prozess mit den an der Bohne nagenden Plagegeistern.

Den Feind des Feindes herbeizurufen ist eine weitverbreitete Strategie im Pflanzenreich. „Wissenschaftler sind sich heute einig, dass die Beschäftigung von Bodyguards eine Charakteristik der meisten, wenn nicht aller Pflanzenarten ist“, sagt der Biologe Marcel Dicke von der niederländischen Wageningen-Universität, der diesen Trick als einer der Ersten beobachtete. Inzwischen beginnen die Forscher zu erahnen, wie ausgefeilt das System ist.

Denn Angriff ist nicht gleich Angriff. Auf die ersten Attacken von Bolands Roboterraupe etwa reagierte das Grünzeug zunächst kaum. Erst als „MecWorm“ – ähnlich wie echte Raupen – über Stunden an den Blättern nagte, folgte der pflanzliche Hilfeschrei. „Von großer Bedeutung sind auch die Substanzen im Speichel des Angreifers“, sagt Boland.

Bei Limabohnen etwa unterscheidet sich das ausgesandte Duftspektrum, je nachdem, ob Spinnmilben oder Raupen den Schaden am Blattwerk verursachen. Die Feinde dieser Schädlinge wiederum können den Hilferuf exakt deuten: Nicht nur die Art der SOS-funkenden Pflanze lesen sie aus dem Schmerz bouquet, sondern auch den Angreifer und sogar das Ausmaß des Befalls. „Pflanzen sagen nicht nur, ich bin verletzt, sie sagen sogar ganz genau, wer sie verletzt hat“, schwärmt Baldwin.

Der Chef der MPI-Forschungsabteilung Molekulare Ökologie hat sich den Wilden Tabak als Versuchsobjekt gewählt, einen besonders sprachgewaltigen Vertreter aus dem Reich der grünen Plaudertaschen. Um den Tricks und Kniffen der Pflanze auf die Spur zu kommen, reist der Forscher regel-

mäßig in den US-Bundesstaat Utah, wo die Pflanze wächst. Im Gepäck hat er gentechnisch veränderte Tabaksetzlinge, bei denen gezielt bestimmte Stoffwechselwege außer Kraft gesetzt sind.

„Stumm“ oder „taub“ sind die Pflanzen, die Baldwin im Labor erschafft. Während die stummen Gewächse gewisse Duftstoffe nicht mehr produzieren können, ist den tauben Exemplaren die Fähigkeit genommen, bestimmte Duftmoleküle wahrzunehmen. „Wenn wir die entsprechenden Rezeptoren hemmen, fangen die Pflanzen sogar an zu schreien, weil sie sich selbst nicht mehr hören können“, sagt der Forscher. „Wir reden ja auch lauter, wenn wir uns die Ohren zuhalten.“

Im Fall des Tabaks legte Baldwin beispielsweise die Signalkette der Verteidigung lahm. Das Kraut reagierte daraufhin völlig hilflos auf Insektenbefall. „Sobald wir den gentechnisch veränderten Tabak gepflanzt hatten, wurde er von Schädlingen überannt“, sagt der Forscher.

Dabei ist das Tabakgewächs eigentlich ein Meister der biochemischen Kriegsführung. Wenn die Wildpflanzen nach Buschbränden in Utah keimen, stürzt sich sofort ein Räuberheer auf das Kraut. Gegen die scheinbare Übermacht wehrt sich die Pflanze mit schierem Gift: Sie reichert Nikotin in ihren Blättern an. Um Energie zu sparen, wird das Nervengift nur dann vermehrt gebildet, wenn sich tatsächlich eine Attacke ereignet. Selbst Kaninchen schlägt die Pflanze so in die Flucht.

Das Verblüffende jedoch: Nicht auf jeden Angreifer reagiert die Tabakpflanze giftig. Die fetten grünen Raupen beispielsweise, die im Gewächshaus des MPI auf den Pflanzen sitzen, stört das Nikotin in keiner Weise. Im Gegenteil: Die Tiere, aus deren Puppen später graubraune Tabakschwärmerfalter schlüpfen, reichern das Gift sogar in ihrem Körper an, um es ihrerseits wieder als Abwehrstoff zu nutzen.

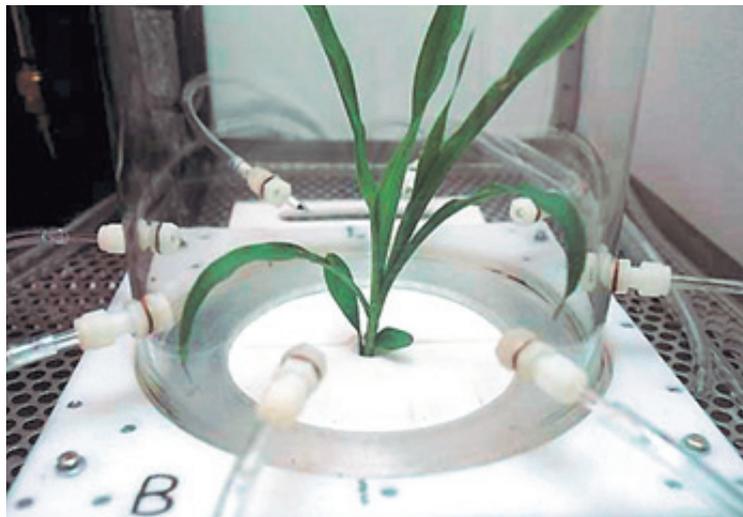
Eine Art evolutionären Ringkampf tragen die Raupen mit dem Gewächs aus. Weil den Insekten das Nikotin nichts mehr anhaben kann, drosselt die Pflanze die Giftproduktion. Stattdessen ruft sie per Duftstoff lieber Feinde der Tabakschwärmerraupe herbei. Gleichzeitig produziert sie in ihren Blättern Stoffe, die den Schädlingen die Verdauung ruinieren. „Die Rau-

pen bleiben dadurch kümmerlicher und können von den heraneilenden Feinden leichter getötet werden“, sagt Baldwin.

Wie ist all das nur möglich? Sind Pflanzen vielleicht doch nicht dumm wie Bohnenstroh? „Mit Intelligenz hat das nichts zu tun“, sagt Boland, „das sind die großen Regelkreise der Natur.“ Eine Eigenschaft, die der jeweiligen Pflanzenart einen Vorteil beschere, setze sich in der Evolution durch.



Ökologe Baldwin: Ringkampf zwischen Raupen und Gewächs



Pflanzenexperiment im Labor*: Sammelsurium hochpotenter Duftstoffe

Die Vielfalt der Abwehrstrategien überrascht allerdings auch den Forscher immer wieder. Limabohnen etwa scheinen sogar mit sich selbst zu plaudern. „Der Duft angefressener Pflanzenranken erhöht in unbefallenen Nachbarranken der gleichen Pflanze die Nektarsekretion“, sagt Boland. Eine Erklärung hat er auch parat: „Duft ist vermutlich einfach der schnellste Weg, Informationen von einem Teil der Pflanze in einen anderen zu schicken.“

Und sogar über Artgrenzen hinweg scheinen sich Pflanzen zu verständigen.

* Am MPI für Chemische Ökologie in Jena; die Pflanze wächst unter einer Glocke, Duftstoffe werden abgesaugt.

Baldwin hat in Utah untersucht, wie der dort wachsende Wüstenbeifuß benachbarten Tabak gleichsam vorwarnen kann. „Tabakpflanzen, die mit dem Duft verletzter Beifußpflanzen begast werden, bringen ihr Verteidigungssystem in Alarmbereitschaft.“ Werden sie kurz darauf ebenfalls von Schädlingen attackiert, stehen die Verteidigungslinien bereits. Wäre es nicht elegant, derlei Abwehrtricks auch in der Landwirt-

schaft einzusetzen? Lässt sich der Small Talk in den Büschen auf die Felder bringen, um am Ende möglicherweise Tonnen von Pestiziden einzusparen?

Tatsächlich hoffen die Forscher, das Pflanzengeflüster künftig für die biologische Schädlingsbekämpfung einsetzen zu können. Denn Kulturpflanzen haben oft weitgehend verlernt, Hilferufe herbeizurufen und Schädlinge mit biochemischen Tricks abzuwehren.

Wilde Baumwollpflanzen beispielsweise geben bis zu zehnmal mehr Duftstoffe ab als ihre kultivierten Vettern. „Feldfrüchte sind in dieser Hinsicht ziemlich dumm, weil die Kompetenz zur Selbstverteidigung nie Zuchtziel war“, sagt Baldwin. „Wir fragen uns jetzt, ob man den Kulturpflanzen diese Eigenschaften zurückgeben kann.“

Per Gentransfer wollen die Forscher künftig Weizen oder Tomaten gleichsam das Sprechen wieder beibringen, um sie fitter zu machen für den Überlebenskampf auf dem Acker. Erste Erfolge gibt es bereits: Forschern um Iris Kappers von der Wageningen-Universität gelang es kürzlich, Exemplare der Ackerschmalwand mit Erdbeergenen auszurüsten, die für die Produktion von Duftstoffen verantwortlich sind.

Die Pflanzen waren fortan in der Lage, räuberische Milben zu ihrer Verteidigung herbeizurufen.

Baldwin will schon bald noch einen Schritt weitergehen. Eine „schaltbare Abwehr“ schwebt ihm vor, die nur dann aktiv wird, wenn die Pflanzen auch attackiert werden: „Das spart Energie und erschwert es Schädlingen, Resistenzen aufzubauen.“

„Schlaue“, der botanischen Geheimsprache mächtige Wildpflanzen jedenfalls gebe es noch reichlich, bei deren Tricks es sich lohne, sie für künftige Agrartechniken zu entschlüsseln. Baldwin: „Es muss sich nur jemand entschließen, ihnen zuzuhören.“

PHILIP BETHGE