

## Pressemitteilung

Max-Planck-Institut für chemische Ökologie

Angela Overmeyer

09.03.2021

<http://idw-online.de/de/news764592>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen  
Biologie, Chemie, Tier / Land / Forst, Umwelt / Ökologie  
überregional



## Chemisches Signal vermindert in Pflanzen Wachstumsprozesse zugunsten der Schädlingsabwehr

**Pflanzen der Ackerschmalwand *Arabidopsis thaliana* bilden bei Schädlingsbefall Beta-Cyclocitral. Dieses flüchtige Signalmolekül verstärkt die Verteidigung während es die Bildung wachstumsrelevanter Stoffe hemmt, indem es den MEP-Stoffwechselweg verlangsamt. Da der MEP-Stoffwechselweg nur in Pflanzen und Mikroorganismen vorkommt, nicht aber in Tieren, eröffnen Kenntnisse über ein Signalmolekül wie Beta-Cyclocitral neue Möglichkeiten zur Entwicklung von Pflanzenschutzmitteln oder antimikrobiellen Wirkstoffen, die diesen Signalweg blockieren.**

In einer neuen Studie in der Zeitschrift PNAS konnten Forschende des Max-Planck-Instituts für chemische Ökologie zusammen mit einem internationalen Team von Forschenden zeigen, dass Pflanzen der Ackerschmalwand *Arabidopsis thaliana* bei Schädlingsbefall Beta-Cyclocitral bilden und dass dieses flüchtige Signalmolekül dafür sorgt, dass der Methylerythritol-4-Phosphat-Weg (MEP-Stoffwechselweg) heruntergefahren wird. Der MEP-Weg ist maßgeblich an pflanzlichen Wachstumsprozessen, wie der Bildung von Blattfarbstoffen für die Photosynthese, beteiligt. Zusätzlich zur Verlangsamung von Wachstumsprozessen, aktiviert Beta-Cyclocitral auch die Abwehr der Pflanzen gegen Fressfeinde. Da der MEP-Stoffwechselweg nur in Pflanzen und Mikroorganismen vorkommt, nicht aber in Tieren, eröffnen Kenntnisse über ein Signalmolekül wie Beta-Cyclocitral neue Möglichkeiten zur Entwicklung von Pflanzenschutzmitteln oder antimikrobiellen Wirkstoffen, die diesen Signalweg blockieren (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, März 2021, doi:10.1073/pnas.2008747118).

Pflanzen im Spannungsfeld zwischen Verteidigung und Wachstum

Forschende wissen seit langem, dass Pflanzen begrenzte Ressourcen zur Verfügung haben, die sie je nach Umweltbedingung in die Verteidigung gegen Feinde, oder aber in Wachstum und Vermehrung investieren können. Viele Studien haben bereits gezeigt, dass Pflanzen bei Insektenbefall ihre Verteidigungsbereitschaft erhöhen und beispielsweise Abwehrstoffe oder Verdauungshemmer bilden, die ihren Fressfeinden schaden. Viel weniger ist allerdings immer noch darüber bekannt, wie sich der Angriff von Pflanzenfressern auf Wachstumsprozesse in der Pflanze auswirken. „Wir wollten herausfinden, wie sich Fraßschäden auf die Photosynthese und den Methylerythritol-4-Phosphat- (MEP)-Stoffwechselweg auswirken, der Metabolite für das Wachstum bildet und eng mit der Photosynthese verknüpft ist,“ sagt Erstautorin Sirsha Mitra, die ihre Studie am Max-Planck-Institut begann und mittlerweile an der Savitribai-Phule-Pune-Universität in Pune, Indien, als Juniorprofessorin arbeitet.

Der MEP-Stoffwechselweg ist seit einigen Jahren ein Forschungsthema am Max-Planck-Institut für chemische Ökologie in Jena. „Aus dem MEP-Stoffwechselweg gehen die Bausteine für pflanzliche Isoprenoide oder Terpenoide hervor, großen Gruppen von sekundären Pflanzenstoffen, die an Wachstum, Verteidigung und innerpflanzlichen Signalen beteiligt sind,“ sagt Jonathan Gershenzon, Leiter der Abteilung Biochemie und einer der Autoren.

## Beta-Cyclocitral aktiviert die Verteidigung und verlangsamt das Wachstum

Das internationale Forschungsteam, dem auch Partnerinnen und Partner der Universität Ramon Llull in Barcelona, Spanien, der Technischen Universität in Lyngby, Dänemark, der Universität Toronto, Kanada, angehörten, konnte nachweisen, dass Arabidopsis-Pflanzen, die von Raupen des Afrikanischen Baumwollwurms angefressen wurden, einem Wirtsgeneralisten, der viele unterschiedliche Pflanzenarten befällt, mehr Abwehrstoffe bildeten und gleichzeitig Wachstumsprozesse verminderten. Mit Hilfe von unterschiedlichen Methoden der Molekularbiologie und analytischen Chemie sowie Raupenbioassays konnten sie zeigen, dass eine bestimmte flüchtige Verbindung, Beta-Cyclocitral, die durch Spaltung von Beta-Carotin aufgrund von reaktivem Sauerstoff gebildet wird, für diese Ressourcenverschiebung verantwortlich ist: Während Beta-Cyclocitral als chemisches Signal die Verteidigung aktiviert, vermindert es gleichzeitig die Bildung von Substanzen durch den MEP-Weg, indem es direkt das zentrale Enzym dieses Stoffwechsels hemmt. „Besonders wichtig für unsere Studie war das Wachstum von Pflanzen, die isotopisch markiertem Kohlendioxid ( $^{13}\text{CO}_2$ ) anstelle von atmosphärischem Kohlendioxid ( $^{12}\text{CO}_2$ ) ausgesetzt worden waren.  $\text{CO}_2$  wird über die Photosynthese leicht in den MEP-Weg eingeschleust. So konnten wir nachvollziehen und zeigen, wie sich die Menge an Stoffwechselprodukten im MEP-Weg veränderte, wenn Pflanzen bei Insektenfraß auf einen Verteidigungsmodus umstellten und Beta-Cyclocitral den MEP-Weg verlangsamt,“ sagt Louwrance Wright, einer der Hauptautoren der Studie, der mittlerweile in Südafrika forscht. Raupen, die an Pflanzen fraßen, die mit dem Beta-Cyclocitral behandelt worden waren wuchsen schlechter als Raupen auf unbehandelten Pflanzen. Das ist ein weiterer Beleg für die Bedeutung dieses flüchtigen Botenstoffs für die pflanzliche Verteidigung.

## Potenzielle Anwendung in der Landwirtschaft und Medizin

Werden Pflanzen angegriffen, müssen sie möglicherweise Wachstumsprozesse stoppen, um genügend Ressourcen für ihre Verteidigung freizusetzen. Die Signalübertragung mit Beta-Cyclocitral ist ein Mechanismus, der genau diese Ressourcenverschiebung steuert. Beta-Cyclocitral oder ein stabileres Derivat könnte daher bei Nutzpflanzen eingesetzt werden, um die Verteidigung während eines Schädlingsausbruchs zu aktivieren. „Da der MEP-Stoffwechselweg in allen Pflanzen und vielen Mikroorganismen zu finden ist, nicht aber in Tieren, ist er von besonderem Interesse für die Entwicklung von Herbiziden, aber auch von Medikamenten mit antimikrobieller Wirkung“, erläutert Jonathan Gershenzon mögliche Anwendungen, die sich durch diese Forschung ergeben. Weitere Untersuchungen in Indien sollen nun zeigen, wie sich Beta-Cyclocitral auf die Schädlingsresistenz von Nutzpflanzen, wie zum Beispiel Tomaten, auswirkt und ob das Signalmolekül in Wechselwirkung mit anderen bereits bekannten Verteidigungssignalen steht.

### Kontakt und Medienanfragen:

Angela Overmeyer M.A., Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Hans-Knöll-Str. 8, 07745 Jena, +49 3641 57-2110, E-Mail [overmeyer@ice.mpg.de](mailto:overmeyer@ice.mpg.de)

### wissenschaftliche Ansprechpartner:

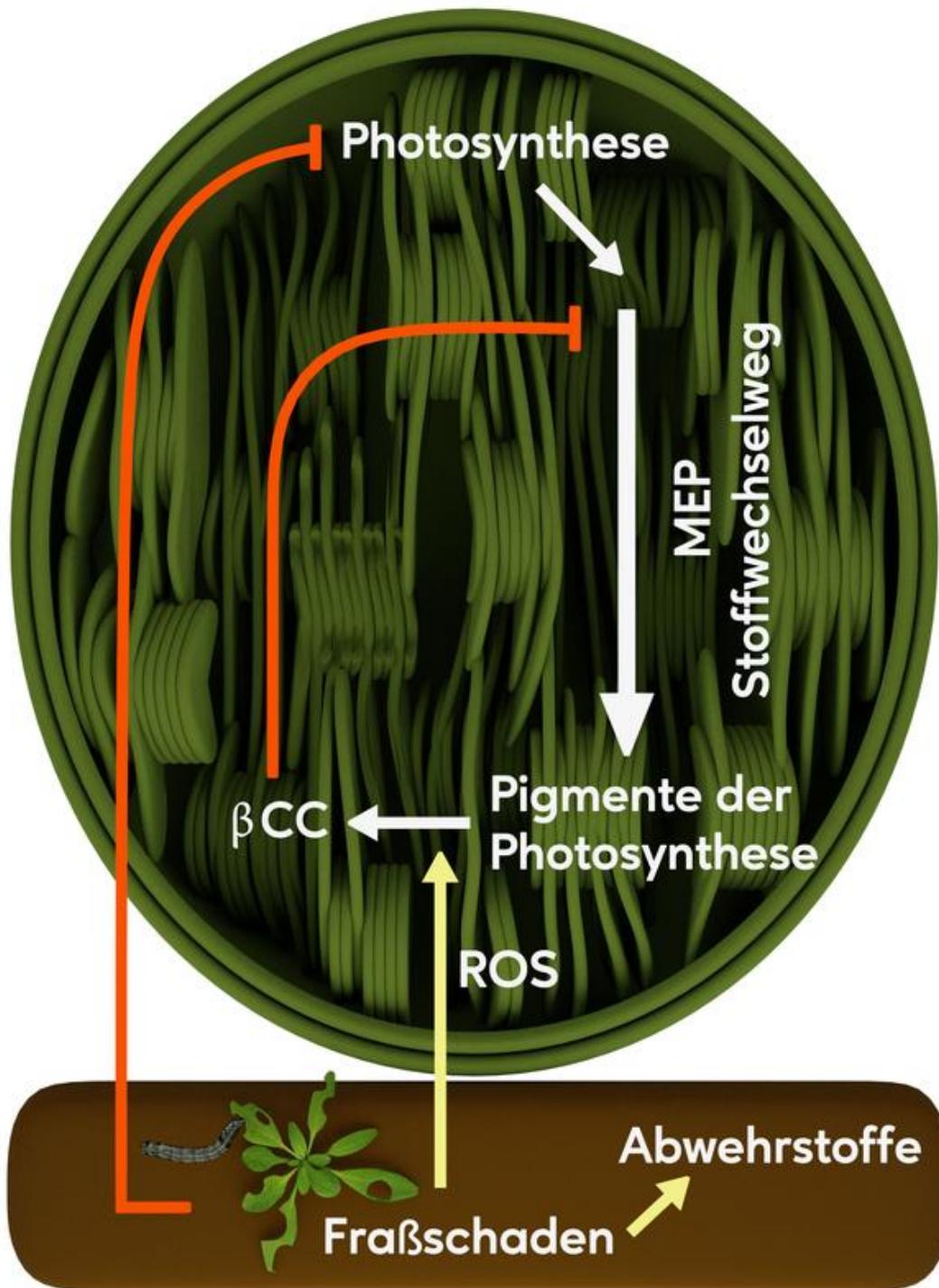
Dr. Sirsha S. Mitra, e-mail [sirsha.m@googlemail.com](mailto:sirsha.m@googlemail.com), Dept. of Botany, Savitribai Phule Pune University, Ganeshkhind, Pune-411007, Maharashtra, India

Prof. Dr. Jonathan Gershenzon, e-mail [gershenzon@ice.mpg.de](mailto:gershenzon@ice.mpg.de), +49 3641 57 1301, Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Hans-Knöll-Straße 8, 07745 Jena

Originalpublikation:

Mitra, S., Estrada-Tejedor, R., Volke, D. C., Phillips, M. A., Gershenzon, J., Wright, L. (2021). Negative regulation of plastidial isoprenoid pathway by herbivore-induced  $\beta$ -cyclocitral in *Arabidopsis thaliana*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(10): e2008747118. doi:10.1073/pnas.2008747118  
<https://doi.org/10.1073/pnas.2008747118>

URL zur Pressemitteilung: <http://www.ice.mpg.de/ext/index.php?id=biochemistry&L;=1> Abteilung Biochemie am Max-Planck-Institut für chemische Ökologie



Der MEP-Stoffwechselweg wird durch Fraßschaden verlangsamt.  
Kimberly Falk  
Kimberly Falk, Moves Like Nature