

Publikationen zitiert worden. SCHMIDT et al. (2001) legten aufgrund eigener Feldarbeit sowie anhand biostratigraphischer und petrographischer Untersuchungen eine andere geologische Zuordnung des Bernsteinvorkommens vor, nämlich Cenoman (Obere Kreide, entspricht einem radiometrischen Alter von 93-99 Ma). Diese neue Einstufung machte auch eine neue Interpretation der im Bernstein enthaltenen fossilen Mikroorganismen notwendig. So sind z.B. vergebene Namen wie *Paramecium triassicum* und *Triasamoeba alpha* unpassend für Organismen aus der Kreide.

In einer neuen Arbeit beschreiben nun SCHMIDT et al. (2006) Bernstein aus den Südlichen Alpen, dessen Vorkommen sie in die Trias stellen. Die millimetergroßen, tropfenförmigen Bernsteinstücke befinden sich in einem Paläoboden (paleosol) in der Nähe der Italienischen Stadt Cortina d'Ampezzo. Dieses Vorkommen ordnen die Autoren der Heiligkreuz/Santa Croce Formation in den Dolomiten zu. Es war bereits zuvor von ROGHI et al. (2006) beschrieben worden.

Aufgrund ihrer mikroskopischen Untersuchungen der Bernsteintröpfchen beschreiben und dokumentieren SCHMIDT und Mitarbeiter eingeschlossene Bakterien (sie stellen die Mehrheit der eingeschlossenen Mikroorganismen), Pilze (darunter solche, die der heutigen Gattung *Ramularia* ähnlich sind) und Algen. Außerdem konnte unter den Ciliaten (Wimperntierchen) ein Vertreter der modernen Gattung *Coleps* (Colepidae) identifiziert werden. Mehrere Arten beschalteter Amöben (Testacea) aus den Familien Centrooxyidae und Diffugidae wurden nachgewiesen, wobei dies derzeit deren frühester Nachweis für nichtmarine Testacea ist.

Unter ökologischen Gesichtspunkten dokumentieren diese triassischen Bernsteineinschlüsse alle Ebenen einer Mikrobiozönose, also eines kleinen Lebensraums: Bakterien und phototrophe Algen (Produzenten), Protozoen (Verbraucher) und Pilze als (Zersetzer). Aufgrund der Mikrobienzusammensetzung in einzelnen Bernsteintröpfchen vermuten die Autoren, dass sie nicht am Boden, sondern an nassen Stellen auf den harzproduzierenden Pflanzen gelebt haben.

SCHMIDT et al. bemerken, dass die beschriebenen Einschlüsse Einblicke in die Evolution und Paläo-Ökologie von Mikroorganismen aus dem unteren Mesozoikum liefern. Dabei hat es den Anschein, als habe sich auf der untersten Ebene der Nahrungskette seit der Trias morphologisch nichts oder nur wenig verändert. Abschließend unterstreichen die Autoren, dass aufgrund ihrer Befunde Gattungen und sogar Arten von Mikroorganismen in der Lage waren, geologische Epochen zu überleben. Weiter oben hat sich die Nahrungskette aufgrund veränderter Umweltbedingungen (z.B. Massenaussterben an der Grenze Kreide-Tertiär) gewandelt. Seit dem unteren Mesozoikum haben die Protozoen unverändert die Zeit der Dinosauri-

er wie auch die Veränderungen unter den Angiospermen (bedecktsamigen Blütenpflanzen), Vögeln und Säugetieren überlebt. Man darf gespannt sein auf Erklärungsversuche für die unterschiedliche Auswirkung von Selektionsdrücken.

[POINAR GO, Jr, WAGGONER BM & BAUER U-C (1993) Terrestrial soft-bodied protists and other micro-organisms in Triassic amber. *Science* 259, 222-224; ROGHI G, RAGAZZI E & GIANOLLA P (2006) Triassic amber of the Southern Alps (Italy). *Palaios* 21, 143-154; SCHMIDT AR, EYNATTEN Hv & WAGREICH M (2001) The Mesozoic amber of Schliersee (southern Germany) is Cretaceous in age. *Cretaceous Res.* 22, 423-428; SCHMIDT AR, RAGAZZI E, COPPELOTTI O & ROGHI G (2006) A microworld in Triassic amber. *Nature* 444, 835.] H. Binder

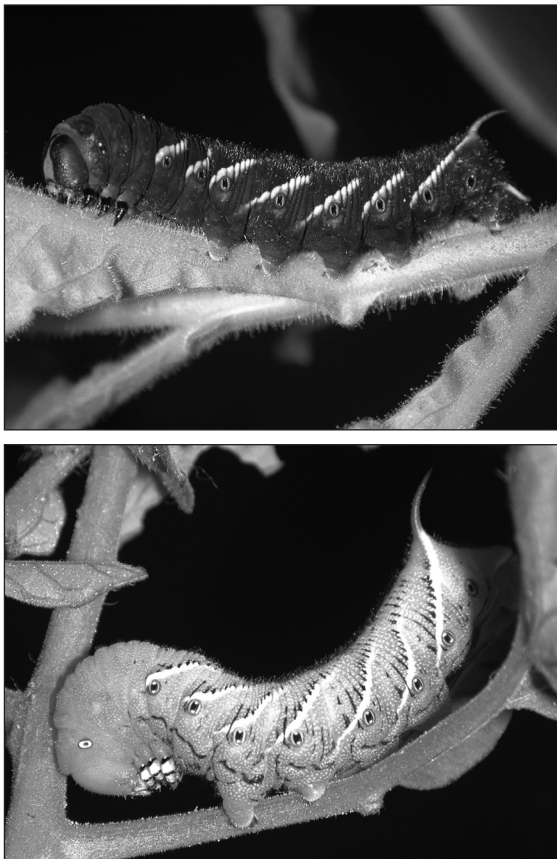
Evolution eines Polyphenismus – Beleg für Evolution oder für polyvalente Stammform?

Viele Lebewesen können unterschiedliche Gestalten ausprägen, je nachdem welche Umwelteinflüsse auf sie während ihrer Ontogenese (individuelle Entwicklung) einwirken. Ein bekanntes Beispiel ist das Landkärtchen, ein Falter, der deutlich verschiedene Sommer- und Herbstformen ausbildet. Solche Gestaltsvariationen, die nicht auf Unterschiede im Erbgut, sondern auf verschiedene Umwelteinflüsse zurückzuführen sind, nennen die Biologen Polyphenismus („Vielgestaltigkeit“).

Über die evolutive Entstehung von Polyphenismus und mithin von Umweltsensitivität ist wenig bekannt. Das Problem dabei: „Es benötigt den Erwerb von komplizierten genetischen Kontrollelementen, die die Umweltbedingungen messen und selektiv verschiedene Gengruppen, abhängig von den Bedingungen aktiviert“ (MYERS 2006). In einer 2006 veröffentlichten Studie konnten SUZUKI & NIJHOUT unter Laborbedingungen diesen Vorgang experimentell demonstrieren. Der Tomatenschwärmer (*Manduca quinquemaculata*) zeigt einen Polyphenismus: im kühleren Norden der USA sind die Raupen schwarz, was vorteilhaft für die Absorption von Sonnenlicht und damit Wärme ist. Im wärmeren Süden sind die Raupen dagegen grün und dadurch besser getarnt.

Die Autoren untersuchten nun die Raupe des nahe verwandten Tabakschwärmers (*Manduca sexta*), die normalerweise immer grün ist. Es existieren aber Mutanten des Tabakschwärmers mit schwarz gefärbten Raupen. Es konnte gezeigt werden, dass die Mutation zu einer Verringerung des Juvenilhormons führt, welches die Färbung der Haut reguliert. Im mutierten Stamm kamen jedoch Raupen vor, die nach einer Hitzeschockbehandlung in einem frühen Entwicklungsstadium unterschiedliche Grünfärbungen aufwiesen. Durch weitere Züchtung mit dieser besonderen Mutante mit sonst schwarzen Raupen erzielten die Wissenschaftler nach nur 13 Generationen einen Stamm, dessen Raupen ab einer bestimmten Temperaturschwelle von 28,5 °C immer grün statt schwarz

Abb. 1: Die schwarze und grüne Form des Tabakswärmers (*Manduca sexta*). (Fotos: Yuichiro SUZUKI, Abdruck mit freundlicher Genehmigung)



gefärbt waren. Die höhere Temperatur führte zur Produktion von mehr Juvenilhormon, in dessen Folge wieder die grüne Färbung auftritt. Damit war eine bestimmte Umweltsensitivität (hier Sensitivität auf unterschiedliche Temperatur) und damit die Entstehung eines Polyphenismus experimentell demonstriert, ein Vorgang der auch als *genetische Akkomodation* bezeichnet wird.

Die Experimente zeigen, dass es – als Vorstufe zur sichtbaren Variation der Färbung – eine unsichtbare Variation gibt, in unserem Fall die Konzentration des Juvenilhormons. Ist diese niedrig, sind die Raupen schwarz gefärbt, ist sie hoch, dann sind sie grün – erst einmal unabhängig von der Temperatur. Die Variation (viel oder wenig Juvenilhormon) kann nun beim gezüchteten Tabakswärmerstamm bzw. natürlicherweise beim Tomatenschwärmer durch die Temperatur festgelegt und fixiert werden. Es zeigte sich, dass der gezüchtete polyphene Stamm des Tabakswärmers eine mittlere Konzentration an Juvenilhormon aufweist, die nahe beim Schwellenwert für das Umschalten von „schwarz“ auf „grün“ liegt. Durch die Temperaturerhöhung kann – wie genau ist ungeklärt – die Hormonmenge über den Schwellenwert gehoben werden, mit dem Erfolg, dass die Raupen grün statt schwarz sind (PENNISI 2006). Woher allerdings das ganze System kommt, das die Temperatursensitivität ermöglicht, ist durch diese Versuche nicht gezeigt. Offenbar wurde nur die Regulation des (an sich unsichtbaren) Hormontiters verändert (SUZUKI & NIJHOUT 2006, 652).

Die Tatsache, dass der Tomatenschwärmer *natürlicherweise* polyphen ist, kann als Hinweis darauf gewertet werden, dass das Potential zur Umweltsensitivität *ursprünglich* in der Gattung *Manduca* vorhanden ist und beim Tabakswärmer teilweise verlorengegangen war, jedoch unter Laborbedingungen wieder reaktiviert werden konnte. Damit wäre auch diese Umweltsensitivität nur ein Ausdruck der Polyvalenz der Stammform. Die Behauptung von MYERS (2006), man habe direkt die Evolution eines „komplexen, polygenischen, polyphenen Merkmals“ durch genetische Assimilation und Akkomodation im Labor beobachtet, ist durch die experimentellen Daten nicht gedeckt, wenn damit die *de novo*-Entstehung gemeint sein sollte. [MYERS PZ (2006) Evolution of a polyphenism. http://scienceblogs.com/pharyngula/2006/02/evolution_of_a_polyphenism.php; PENNISI E (2006) Hidden genetic variation yields caterpillar of a different color. *Science* 311, 591; SUZUKI Y & NIJHOUT HF (2006) Evolution of a polymorphism by genetic accommodation. *Science* 311, 650-652] R. Junker

Viren als Nützlinge?

Die Gruppe der Herpesviren besitzt eine doppelsträngige DNA als Erbmateriale. Obwohl alle Menschen im Lauf ihres Lebens vielfache Herpesviren-Infektionen haben, kommt es nur in sehr wenigen Fällen zu einer Reihe von Erkrankungen wie Fieberbläschen, Windpocken, Gürtelrose oder auch Tumore. Nach einer akuten Virusinfektion können Herpesviren ihre Erbsubstanz in die Wirts-DNA einfügen und so in einen latenten Status übergehen, der lebenslang andauert (beim Menschen ist z.B. das Epstein-Barr-Virus dafür bekannt). Dieser latente Status kann durch Reaktivierung des Virus wieder zum Ausbruch einer Krankheit führen.

Normalerweise werden Viren nur als lästige Schädlinge (Schnupfen) bis hin zu tödlichen Pathogenen (HIV, Ebola) betrachtet. Abweichend von diesem Bild berichten BARTON und Mitarbeiter über eine positive Wirkung eines Herpesvirusbefalls bei Mäusen. Wenn Mäuse mit einem Herpesvirus latent infiziert wurden, zeigten sie eine überraschende Resistenz gegenüber den Krankheitserregern *Listeria monocytogenes* (vor allem für immungeschwächte Personen und schwangere Frauen gefährlich) und *Yersinia pestis*, dem Pesterreger. Wenn solche Mäuse mit den genannten bakteriellen Krankheitserregern infiziert wurden, überlebten fast alle Herpes tragenden Mäuse, während fast alle „gesunden“ Mäuse (also diejenigen ohne Herpes-Infektion) in den Kontrollgruppen starben (Abb. 1). Dieser Schutz dauerte über einige Wochen an, wurde dann aber schwächer. Die Autoren der Studie konnten nachweisen, dass eine latente Herpesinfektion zu einer deutlichen Stimulation der Produktion bestimmter Signalübertragungsmoleküle (Cytokine) und zur Aktivierung von Fresszellen (Makrophagen) des Immunsystems