

Von bunt zu braun

Bärenspinner (*Utetheisa* spp.) der Galápagos-Inseln

G. Brehm und U. Hoßfeld

Auf den Galápagos-Inseln kommen sechs Arten der Bärenspinner-Gattung *Utetheisa* vor, von denen fünf endemisch sind. Die endemischen Arten haben ihre Warnfärbung aufgegeben. Veränderte Selektionsbedingungen sind hierfür vermutlich verantwortlich.

Einleitung

Die Galápagos-Inseln sind für eine Reihe von Radiationen verschiedenster Organismen bekannt, so beispielsweise von Schildkröten, Lavaeidechsen [5], Drusköpfen und Meeresechsen. Am bekanntesten sind sicherlich die Radiationen der Spottdrosseln und der Darwinfinken – vor allem deshalb, weil sie mit dem Besuch der Galápagos-Inseln von Charles Darwin 1835 in Verbindung gebracht werden. Weit weniger ist über Radiationen von unscheinbareren Organismen wie beispielsweise Insekten bekannt. Spektakulär sind die Radiationen von *Drosophila* und der fleischfressenden Blütenspanner (*Eupithecia*) der Hawaii-Inseln. Auch auf den Galápagos-Inseln gibt es bemerkenswerte Radiationen von Insekten, wenngleich deren Erforschung erst begonnen hat. Unter den Schmetterlingen sind bisher drei größere Radiationen bekannt: zwei in den Kleinschmetterlings-Gruppen *Autochistidae* und *Scythrididae* mit je 10–12 Arten sowie eine in der Gruppe der Bärenspinner [9]. *Utetheisa* ist die einzige Gattung

der Bärenspinner, die auf den Galápagos-Inseln vorkommt. Dies ist umso bemerkenswerter, als dass die Bärenspinner-Fauna auf dem rund 900 km entfernten Festland zu der artenreichsten der Welt gehört. In Regenwäldern der tropischen Anden kommen mehr als 150 bis 200 Arten pro Hektar vor, und die Gesamtfaua von Ecuador liegt bei weit über 1000 Arten [2]. Die Artenarmut der Bärenspinner und der Schmetterlinge im Allgemeinen auf den Galápagos-Inseln stellt allerdings keine Ausnahme dar – vielmehr ist die Fauna und Flora ozeanischer Inseln gegenüber großen Inseln und dem Festland stets anders zusammengesetzt, stark ausgedünnt und weitaus artenärmer. *Utetheisa*-Falter kommen weltweit vor, vor allem jedoch in tropischen Regionen der Alten Welt.

Artenbeschreibungen und Verbreitung

Bis 1975 waren auf den Galápagos-Inseln nur zwei *Utetheisa*-Arten bekannt: die in Nord- und Mittelamerika weit verbreitete, wandernde und intensiv erforschte, auffallend gezeichnete *U. ornatrix*, sowie

die vermeintlich auf den meisten Inseln verbreitete, unscheinbare und endemische *U. galapagensis*. In den Jahren 1975 und 2009 wurden je zwei weitere Arten beschrieben, die wie *U. galapagensis* bräunlich-unscheinbar gefärbt sind (Tab. 1). Nach dem aktuellen Kenntnisstand kommen somit sechs Arten von *Utetheisa* auf den Inseln vor – fünf davon sind endemisch, d. h. es gibt sie ausschließlich auf den Galápagos-Inseln. Abbildung 1 zeigt alle Arten. Es gilt als möglich, aber nicht sehr wahrscheinlich, dass noch weitere Arten nachgewiesen werden, da auf den meisten Inseln in den letzten Jahren viele Fänge durchgeführt wurden. Die Arten sind sehr unterschiedlich auf den Inseln verbreitet. Während die Arten *U. ornatrix* und *U. connerorum* auf den meisten Inseln vorkommen, beschränkt sich die Verbreitung der anderen Arten jeweils auf wenige Inseln oder nur eine einzige Insel (Tab. 1, Abb. 2). Bis zu vier Arten kommen auf einzelnen Inseln nebeneinander vor, doch besiedeln sie dort oft unterschiedliche Habitate.

<i>Utetheisa</i>	Endemisch	Verbreitung	aktiv	Farbe	Pyrrolizidin-Alkaloide	Wirtspflanzen
<i>galapagensis</i> (Wallengreen, 1860)	Ja	San Cristóbal	Nacht	bräunlich	Ja	Boraginaceae: <i>Tournefortia</i> , <i>T. pubescens</i>
<i>devriesi</i> (Hayes, 1975)	Ja	Fernandina, Isabela, Santiago, Pinta 800–1200 m	Nacht	bräunlich	?	Boraginaceae: <i>Tournefortia rufo-sericae</i> , <i>T. pubescens</i>
<i>perryi</i> (Hayes, 1975)	Ja	Isabela, Santiago, Santa Cruz	Nacht	bräunlich	?	Boraginaceae: <i>Tournefortia rufo-sericae</i> , <i>T. pubescens</i>
<i>connerorum</i> (Roque-Albelo u. Landry, 2009)	Ja	Weit verbreitet auf den Galápagos-Inseln	Nacht	bräunlich	?	Boraginaceae: <i>Tournefortia psilostachya</i> , <i>T. pubescens</i> , <i>T. rufo-sericae</i> , <i>Heliotropium curassavicum</i>
<i>henrii</i> (Roque-Albelo u. Landry, 2009)	Ja	San Cristóbal (Hochland)	Nacht	bräunlich	?	Boraginaceae: <i>Tournefortia</i> ?
<i>ornatrix</i> (Linné, 1758)	Nein	Kanada bis Argentinien	Tag und Nacht	bunt	Ja	Fabaceae: <i>Crotalaria incana</i> , <i>C. pumila</i> , <i>C. retusa</i>

Tab. 1: Sechs auf Galápagos vorkommende *Utetheisa*-Arten. Die fünf endemischen Arten bilden vermutlich eine monophyletische Gruppe.

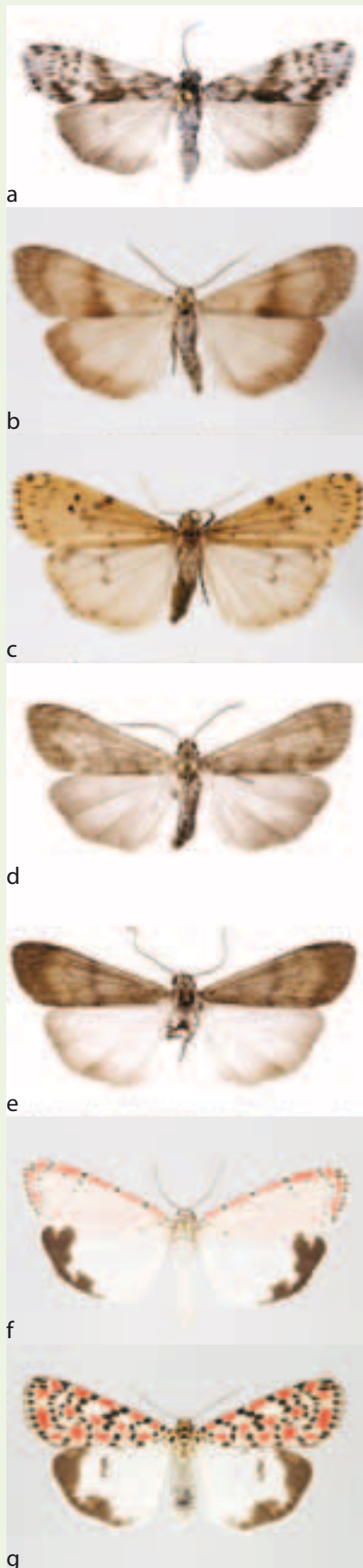


Abb 1: Sechs auf Galápagos vorkommende *Utetheisa*-Arten (a–f) sowie die in der alten Welt verbreitete Art *U. pulchella* (g). a) *U. galapagensis*, b) *U. devriesi*, c) *U. perryi*, d) *U. connerorum*, e) *U. henrii*, f) *U. ornatrix*, g) *U. pulchella*. Die Gruppe der endemischen *Utetheisa*-Arten ist näher mit *U. pulchella* als mit *U. ornatrix* verwandt [3]

Fotos: B. Landry und G. Brehm

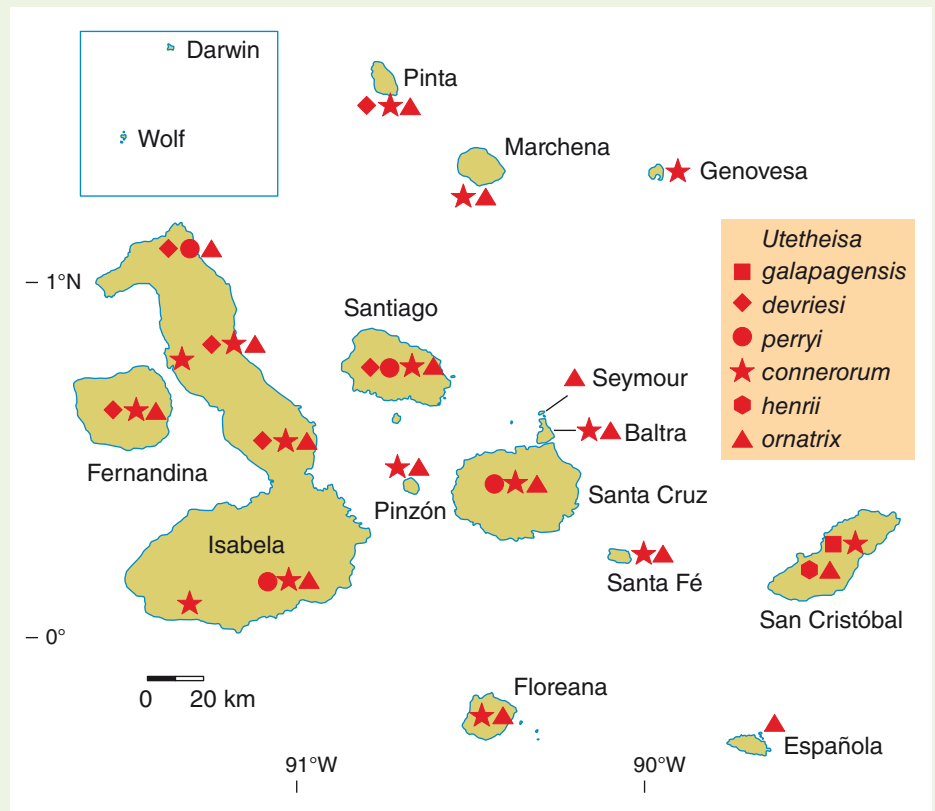


Abb. 2: Verbreitungskarte der auf Galápagos vorkommenden *Utetheisa*-Arten [8, 9]

Aposematismus und chemischer Schutz

Bärenspinner sind zumeist auffallend gefärbt. Aus der europäischen Fauna sind beispielsweise der Braune Bär (*Arctia caja* L.) oder die Spanische Fahne (*Euplagia quadripunctaria* L.) gut bekannt. Auch Falter der Gattung *Utetheisa* weisen bunte Muster auf. Die Falter können gelb/rot/rosa und schwarz-weiß gemustert sein (Abb. 1, Fig. 1f–g), nur die Vertreter der Galápagos-Inseln sehen unscheinbar aus (Abb. 1, Fig. 1a–e). Die bunten Falter zeigen damit optisch orientierten Fressfeinden, dass sie ungenießbar sind. Die Raupen (Abb. 3) nehmen Giftstoffe aus ihren Wirtspflanzen auf und speichern sie, so dass sie auch als Falter noch diese Stoffe bzw. deren Derivate enthalten. Die Hauptrolle spielen dabei Pyrrolizidin-Alkaloide (PA), die beispielsweise in bestimmten Raublattgewächsen (Boraginaceae: *Tournefortia*, *Heliotropium*) und Schmetterlingsblütlern (Fabaceae: *Crotalaria*) enthalten sind. PA wurden zwar noch nicht in allen *Utetheisa*-Arten nachgewiesen, doch deuten alle verfügbaren Wirtspflanzen-daten darauf hin, dass die Raupen PA aufnehmen und speichern. Abbauprodukte der PA wie Hydroxydanaidal (Abb. 4) werden als männliches Pheromon von *Utetheisa ornatrix* während der Balz verwendet; dies ist vermutlich auch bei den anderen Arten der Fall.

Galápagos: Neue Selektionsbedingungen?

Eine phylogenetische Analyse von *Utetheisa* hat gezeigt, dass die Vertreter der Galápagos-Inseln (die Arten *U. perryi*, *U. devriesi* und *U. galapagensis* bzw. *U. connerorum*) miteinander eng verwandt sind und eine monophyletische Gruppe bilden [3]. Die aposematische Färbung wurde nur in dieser Gruppe aufgegeben – alle anderen *Utetheisa*-Arten der Welt sind bunt gefärbt. Zudem sind alle endemischen Arten ausschließlich nachtaktiv (die bunte *U. ornatrix* hingegen hauptsächlich am Tag), und auch die Raupen sind unauffällig gefärbt (Abb. 3 zeigt die gelb-schwarze Raupe von *U. ornatrix*). Die Galápagos-*Utetheisa* unterscheiden sich also in einer Reihe von Eigenschaften, doch **nicht** in der Nutzung von PA, die auch in diesen Faltern nach-



Abb. 3: Raupe von *Utetheisa ornatrix* auf der Insel Santa Cruz

Foto: G. Brehm

gewiesen wurden, namentlich in *U. galapagensis* [4]; fast sicher handelt es sich tatsächlich um die Art *U. connerorum* [9].

Warum haben aber die Falter auf Galápagos nicht ihre bunte Färbung beibehalten wie alle anderen Arten der Gattung? Die Arbeit von Garrett [9] gibt dazu wichtige experimentelle Hinweise: Falter von *U. galapagensis* bzw. *U. connerorum* zeigten sich im Experiment als ungenießbar für die Radnetzspinne *Eustela vegata*, die die Falter wieder aus ihrem Netz entließ. Von Lavaeidechsen (Abb. 5) wurden die Falter hingegen gefressen, da diese möglicherweise die Alkaloide abbauen bzw. ausscheiden können. Eine bunte Färbung wäre demnach eher von Nachteil, weil die Falter dann viel besser für Lavaeidechsen sichtbar sind. Der chemische Schutz wurde hingegen nicht aufgegeben, da er gegen Feinde wie Spinnen wirkungsvoll ist. Es ist möglich, dass die Alkaloide auch unabhängig vom chemischen Schutz weiterhin für die Balz der Falter essenziell sind. Die Anwesenheit der bunten *Utetheisa ornatrix* auf den Inseln zeigt aber, dass auch aposematisch gefärbte Arten auf den Inseln existieren können, sodass der Farb-Verlust der endemischen Arten noch einige Rätsel aufgibt.

Mimikry, Bates und Müller

Henry Walter Bates (1862) beschrieb als Erster das Phänomen der Mimikry. Er hatte bei seinen Forschungen im Amazonasgebiet festgestellt, dass verschiedene Arten ungiftiger Schmetterlinge dieselben Flügelmuster und auffallenden Farben aufwiesen wie ungenießbare und giftige Arten. Die ungiftigen Arten ahmten ihre Vorbilder auch in geographischen Variationen entsprechend nach. Bates zog daraus den Schluss, dass diese Ähnlichkeiten weder sprunghaft noch durch den direkten Einfluss der Umwelt, sondern durch die natürliche Auslese

hervorgerufen werden, wobei die Selektion von den Fressfeinden ausgeht [1]. Bates' wichtige Funde wurden bald von anderen Forschern bestätigt [10, 11]. Fritz (Destorro) Müller (1864) zeigte wenig später, dass sich auch unverwandte giftige Arten untereinander ähnlich sehen können und Mimikry-Ringe bilden. Da die potentiellen Räuber erst lernen müssen, welche Warnfärbungen zu vermeiden sind, zahlt es sich für Besitzer einer Warnfärbung aus, sich in einer bestimmten Region gleichartige Muster zuzulegen [6]. Heute geht man davon aus, dass es zwischen Bates'scher und Müllerscher Mimikry ein Kontinuum gibt, da beispielsweise nicht alle Individuen einer Art zu jedem Zeitpunkt ihres Lebens gleichartig gut chemisch geschützt sind. Die *Utetheisa*-Falter der Galápagos-Inseln zeigen, dass Mimikry in der Evolution aufgegeben werden kann, wenn es keinen passenden optisch orientierten Adressaten mehr gibt. ■

Dank

Wir danken herzlich Bernard Landry (Genf) für die Überlassung von Fotos der Galapagos-*Utetheisa* sowie für unveröffentlichte Daten zu den *Scythrididae* und Literaturhinweise.

Literatur

- [1] Bates, H. W. Contributions to an Insect Fauna of the Amazon Valley. 1862. The Transactions of the Linnean Society of London 23: 495–566.
 [2] Brehm, G. 2009. Patterns of arctiid diversity. Pp. 223–232 in: Conner, W. E. (Herausgeber) Tiger moths and woolly bears: behavior, ecology, and evolution of the Arctiidae. Oxford University Press, Oxford, New York.
 [3] DaCosta, M. A. 2010. Phylogeny of *Utetheisa* s. str. (Noctuidae: Arctiinae) with comments on the evolution of colour, hind wing scales and origin of New World species.
 [4] Garrett, S. E.; Conner, W. E. und Roque-Albelo, L. 2008. Alkaloidal protection of *Utetheisa*

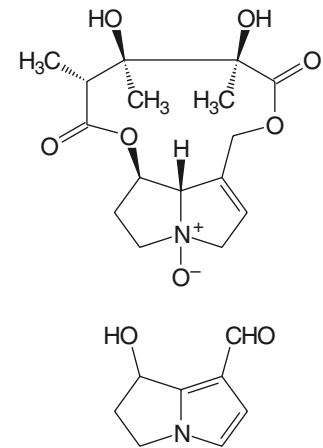


Abb. 4: Inhaltsstoff (Monocrotalin) der Futterpflanze der Raupen von *U. ornatrix* und daraus von Männchen hergestellter Duftstoff Hydroxydarnalid (unten)

galapagensis against an invertebrate and a vertebrate predator in the Galápagos Islands. Galapagos Research 65: 2–6.

- [5] Kizirian, D.; Trager, A.; Donnelly, M. A.; Wright, J. W. 2004. Evolution of Galapagos Island Lava Lizards (Iguania: Tropiduridae: Microlophus). Molecular Phylogenetics and Evolution 32: 761–769.
 [6] Möller, A.; Hg. Müller, F.: Werke, Briefe und Leben. 1915–21. 3 Bde. Jena: Gustav Fischer.
 [7] Müller, F.: Für Darwin. 1864. Leipzig: Wilhelm Engelmann.
 [8] Roque-Albelo, L.; Garrett, S. E.; Conner, W. E. 2009. Darwin's moth: *Utetheisa* in the Galápagos Islands. Pp. 207–222 in: Conner, W. E. (Herausgeber) Tiger moths and woolly bears: behavior, ecology, and evolution of the Arctiidae. Oxford University Press, Oxford, New York.
 [9] Roque-Albelo, L. und Landry, B. 2009. Two new species of *Utetheisa* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae, Arctiinae) from the Galapagos Islands, Ecuador. ZooKeys 21: 55–72.
 [10] Wallace, A. R. 1889. Darwinism: An Exposition of the Theory of Natural Selection with Some of Its Applications. New York: Macmillan.
 [11] Weismann, A. 1913. Vorträge über Deszendenztheorie. 2 Bde. 3., umgearb. Aufl. Jena: Gustav Fischer.

Anschriften der Verfasser

Dr. Gunnar Brehm, Friedrich-Schiller-Universität, Institut für Spezielle Zoologie und Evolutionsbiologie mit Phyletischem Museum, Erbstr. 1, 07743 Jena, E-Mail: gunnar.brehm@uni-jena.de
 Prof. Dr. Uwe Hoßfeld, Friedrich-Schiller-Universität, Arbeitsgruppe Biologiedidaktik, Biologisch-Pharmazeutische Fakultät, Am Steiger 3, Bienenhaus, 07743 Jena, E-Mail: uwe.hossfeld@uni-jena.de



Abb. 5: Lavaeidechse (*Microlophus bivittatus*) der Insel San Cristóbal

Foto: G. Brehm