

ENTOMOLOGISCHE MITTEILUNGEN  
aus dem  
Zoologischen Staatsinstitut u. Zoologischen Museum  
Hamburg

Herausgeber: Prof. Dr. Herbert Weidner

2. Band

Hamburg

Nr. 42

---

Ausgegeben am 15. April 1963

Formenbildung bei *Ephestia cautella* (WALKER) an Kakao  
aus verschiedenen Herkunftsländern<sup>1)</sup>

Von Christel KNOCHE<sup>2)</sup>

**Einleitung**

Von Juli 1960 bis zum Winter 1962 wurde in den Speichern des Hamburger Hafens der aus überseeischen Ländern eingegangene Rohkakao laufend nach Motten abgesucht. Ursprünglich sollten die Beobachtungen über das Auftreten von *Ephestia cautella* (WALKER) im Hamburger Hafen nur dazu dienen, die Flugzeiten des Schädlings zu ermitteln, um eine wirksamere Bekämpfung als bisher durchführen zu können. Da sich dann aber bei Zuchtversuchen, die zum Verständnis und zur Kontrolle der im Hamburger Hafen gemachten Beobachtungen erforderlich waren, Unregelmäßigkeiten in den Entwicklungszeiten der Raupen zeigten und vor allem aber auch erhebliche Schwankungen in der Eiablage der angesetzten Pärchen zu beobachten waren, wurden die Motten doch eingehender als ursprünglich beabsichtigt, untersucht. Vor allem wurden die Genitalien der Falter genauer studiert, da auf Grund der Beobachtungsergebnisse

---

<sup>1)</sup> In neuerer Zeit wird *Ephestia cautella* nach WHALLEY (Ent. Gaz. 11, 183—184, 1960) auch im angewandten entomologischen Schrifttum in die Gattung *Cadra* gesetzt. In dieser Arbeit wird trotzdem noch der allgemein verständliche alte Name beibehalten.

<sup>2)</sup> Anschrift der Verfasserin: Dr. Christel KNOCHE, 2 Hamburg 13, Von-Melle-Park 10, Zool. Staatsinstitut u. Zool. Museum.

Die vorliegende Arbeit wurde durch eine Herrn Professor Dr. H. WEIDNER vom Forschungsrat bei der Behörde für Wirtschaft und Verkehr der Freien und Hansestadt Hamburg gewährte Forschungshilfe ermöglicht. Dem Forschungsrat sei auch an dieser Stelle für die Unterstützung der Untersuchungen an Vorratsschädlingen und der Drucklegung dieses Heftes ergebenst gedankt.

die Vermutung nahe lag, daß sich bei *E. cautella* Rassenunterschiede herausgebildet haben. Das gleiche Problem wurde bereits 1959 von englischen Forschern angeschnitten, aber nicht weiter verfolgt. In einem Aufsatz der „Pest Infestation Research 1959“ heißt es lediglich, daß die Sterblichkeit von Nachkommen verschiedener Eltern sehr unterschiedlich sei und daß Larven, deren Eltern von drei verschiedenen Schiffsladungen genommen wurden, nicht die gleiche Mortalität und Entwicklungslänge gehabt hätten.

Die Untersuchungen zur Beantwortung dieser Rassenfrage sind nicht ganz leicht, weil die Falter sich nur an Hand der Genitalien unterscheiden lassen und man also immer erst nach dem Tode des Falters weiß, was für eine Larve man groß gezogen hat, bzw. welche Falter man zwecks Paarung zueinander gegeben hat.

Bevor ich jedoch mit der Ausführung dieses Problems beginne, möchte ich ganz allgemein ein paar Worte über den Kakaoanbau selbst sagen. Die Kenntnis der allgemeinen Verhältnisse der einzelnen Anbaugebiete, sowie die der Geschichte des Kakaobaumes erscheint mir zum Verständnis der bisher gewonnenen Versuchsergebnisse über *E. cautella* und vielleicht auch zum Vorauserkennen der noch offenen Fragen wichtig.

### Die Kakaoanbaugebiete (Abb. 1)

#### a. Heimat und Geschichte des Kakaobaumes

Der Kakaobaum gehört der engeren Tropenzone an. Die eigentliche Kulturzone erstreckt sich zwischen dem nördl. und südl. Wendekreis des Krebses. Wo die Heimat der Kakaopflanze liegt, wird schwerlich je einwandfrei festgestellt werden können. In Zentralamerika, Westindien und Südamerika sind wildwachsende Kakaobäume angetroffen worden. Möglicherweise handelt es sich aber dabei mancherorts nur um verwilderte Pflanzen. Bedenkt man, daß die Indianer in vorgeschichtlicher Zeit und selbst noch seit 1492 weite Wanderungen unternommen haben, so ist die Annahme erlaubt, daß sie den geschätzten Kakaobaum vom Ursprungsort in andere Gegenden verschleppt haben. Wer will bestimmen, wo, wie und wann das geschehen ist, da wir von der vorgeschichtlichen Zeit der indianischen Völker nur wenig Kenntnis besitzen. — ALEXANDER V. HUMBOLDTS Hypothese, daß der Kakao aus den Wäldern am Orinoco stamme, hat heute die meisten Anhänger. Nach Zentralamerika und Westindien einerseits, Ecuador und Brasilien andererseits, wäre er dann später durch die wandernden Indianerhorden gekommen, nachdem er bereits zur Kulturpflanze geworden war.

Man unterscheidet zwei Hauptspielarten des Kakaobaumes, die man als **Criollo** und **Forastero** bezeichnet. Beide Spielarten kreuzen sich leicht und geben Mischformen. Nach der neuesten Auffassung umfaßt der Forastero-Kakao alle Varitäten, die von *Theobroma leiocarpa* abstammen. Der Kreolenkakao entspricht der Art *Th. cacao*.

PITTIER und STAHEL, gute Kenner der venezuelischen Flora vermuten, daß die Heimat des Forastero-Kakaos in den Wäldern des Rio Negro und am Orinoco, in Surinam und Franz. Guayana zu suchen sei. STAHEL hat

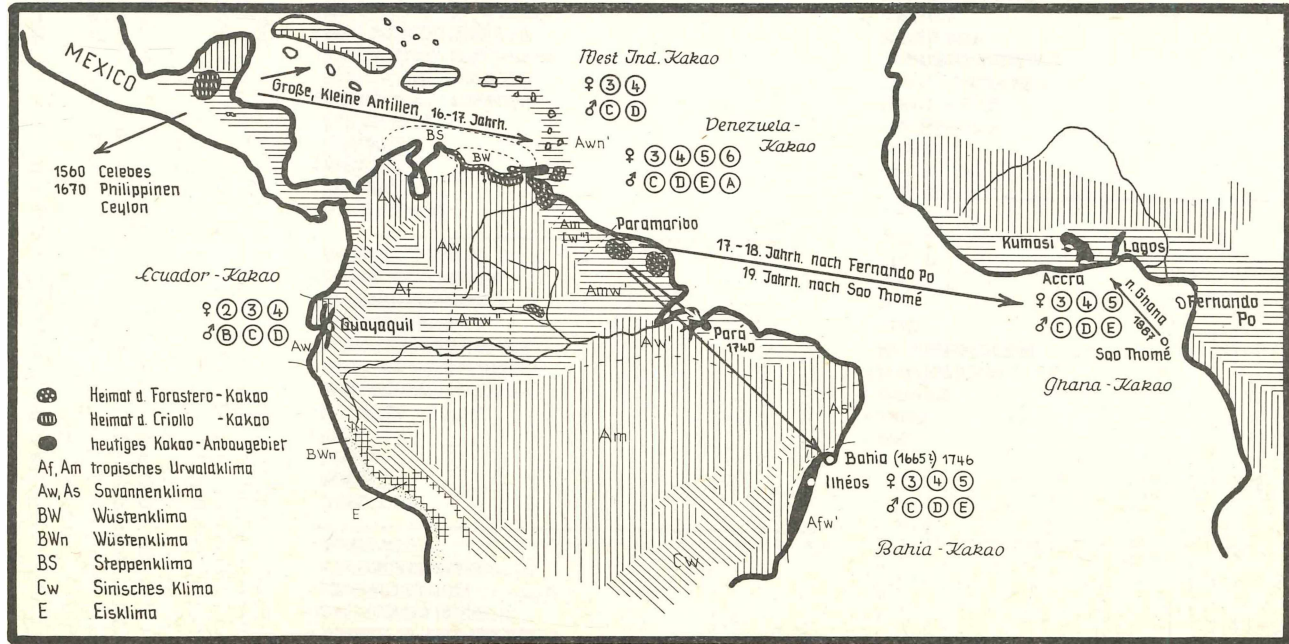


Abb. 1: Kakaoanbaugebiete, Heimat und Geschichte des Kakaobaumes und die Verbreitung der verschiedenen Falterformen von *Ephestia cauttella* (WALKER) (Zeichnung: H. SCHÄFER).

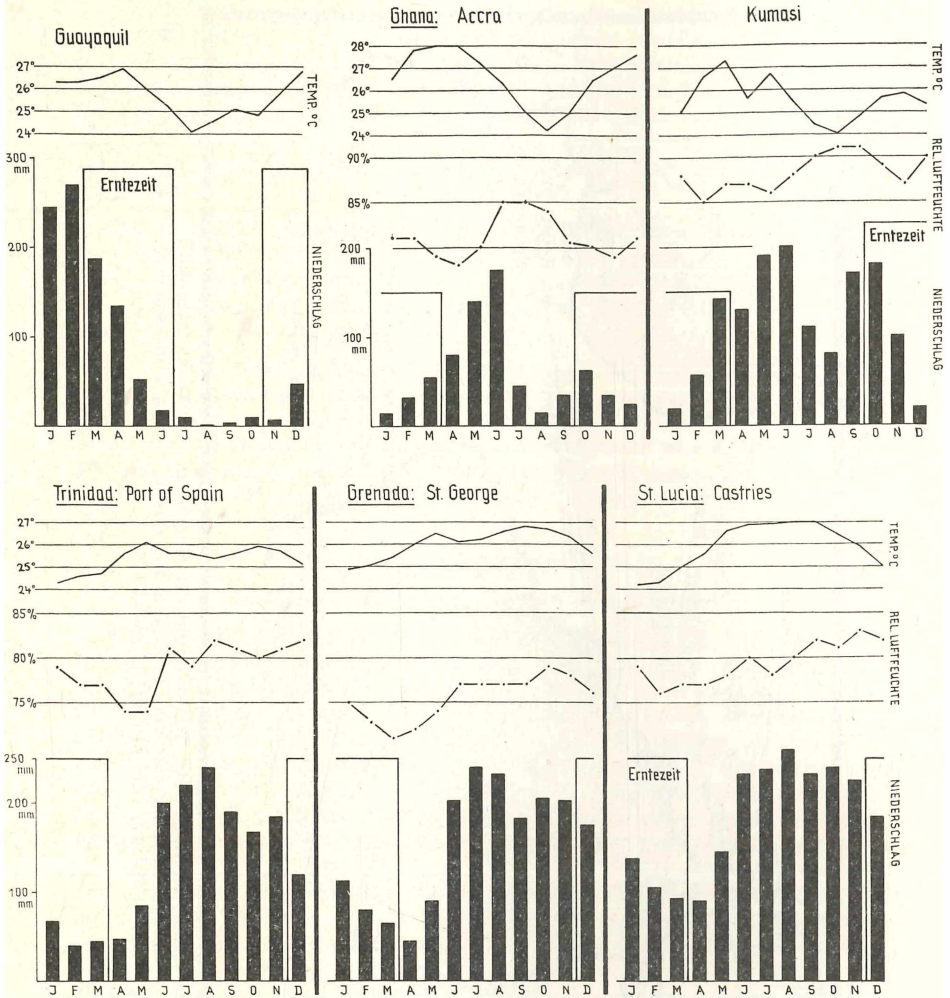
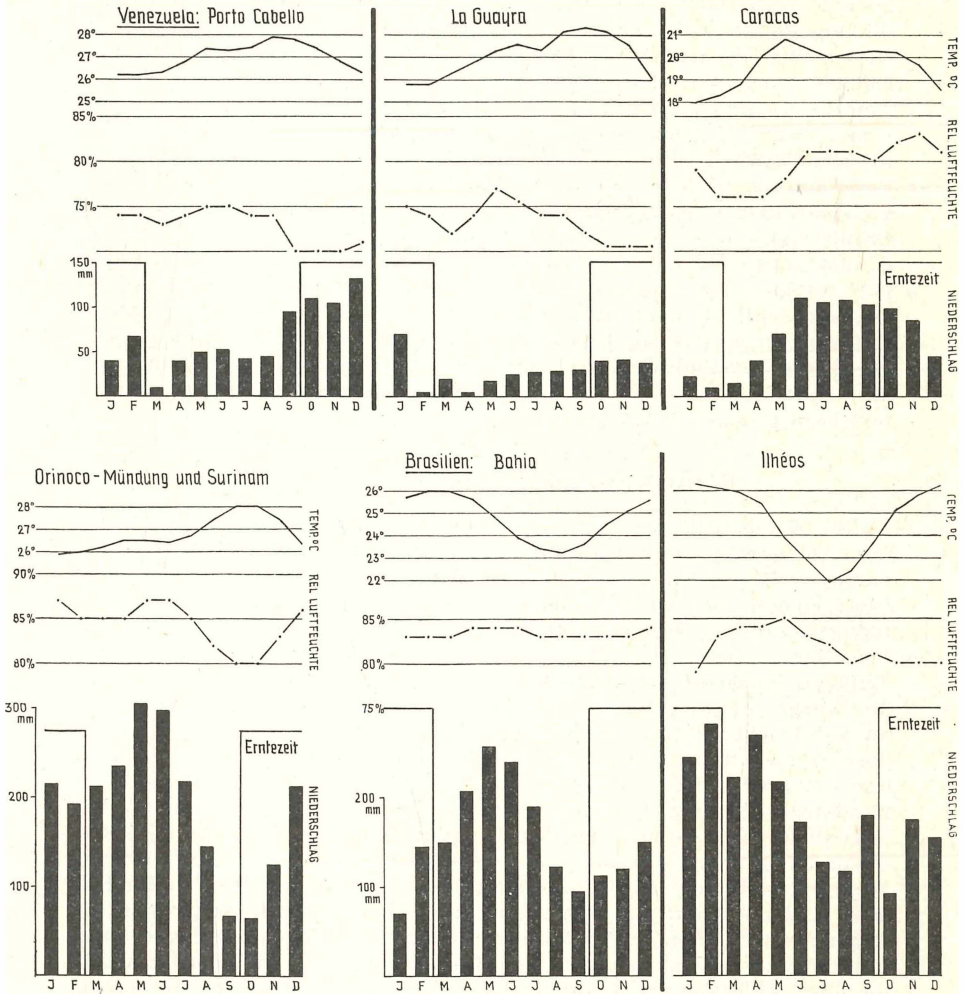


Abb. 2: Das Klima der Kakaoanbauggebiete, Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit in Prozenten und Niederschlagsmengen in mm. (Die Daten wurden freundlicherweise vom Seewetteramt Hamburg zur Verfügung gestellt.) (Zeichnung: H. SCHÄFER).

1920 im Urwald von Surinam wilde Kakaobäume gefunden, die alle Eigenschaften des Amelando-Kakaos, einem sog. Forastero, zeigten. Der Ursprung des Criollo soll nördlich davon in Venezuela oder sogar in Zentralamerika zu suchen sein.

Nach der Entdeckung Amerikas wurde der Kakaobaum über alle tropischen Weltteile verbreitet. Von Mexiko aus wurde er vermutlich 1560



nach Celebes, 1670 nach den Philippinen, später auch nach Ceylon und anderen Ländern Südasiens gebracht. Vermutlich schon im 16., sicher aber im 17. Jahrhundert, kam er nach den Großen und Kleinen Antillen. Im 17. und 18. Jahrh. gelangte er nach Fernando Po an die Westküste Afrikas und im Anfang des 19. Jahrh. nach Sao Thomé. Von hier aus griff er auch auf das westliche Festland von Afrika über. In Ghana soll er schon 1815 bekannt gewesen sein, doch auf Grund von Stammesfeinden war eine Weiterentwicklung seiner Kultur ausgeschlossen. In der Mitte des Jahrhunderts führten schließlich Missionare der Baseler Mission erneut einige Pflanzen aus Surinam nach Ghana ein. Aber die Entwicklung

begann erst ihren Aufschwung zu nehmen, nachdem im Jahre 1887 Kakao-setzlinge von Sao Thomé an die Eingeborenen von Ghana verteilt wurden. Der in Sao Thomé angebaute Kakao gehört dem Typ des Amelonado-Kakaos, einem Forastero — an. Auch der Bahia-Kakao stammt von der Amelonado-Spielart. Die ersten Kakaopflanzungen sollen 1740 in Pará und 1746 in Bahia angelegt worden sein. Nach anderen Angaben haben französische Jesuiten schon 1665 im Staate Bahia Kakaoanbau betrieben. In Brasilien und in dem tropischen Westafrika wird also ausschließlich Forastero-Kakao angebaut. Ecuador dagegen ist ein altes Anbauland besten Criollo-Kakaos. Auch auf den Westindischen Inseln ist der Anbau des Criollo uralt. 1525 soll auf Trinidad schon Kakao gepflanzt worden sein. 1727 zerstörte ein Orkan die Criollo-Plantage. Sie wurde dann Ende des 18. Jahrh. mit Forastero-Kakao neu bepflanzt. Criollo ist erst im letzten Jahrhundert wieder aus Venezuela eingeführt worden. Trinidad hat also als einzige westindische Insel nicht nur Criolloanbau. — In Venezuela, das wahrscheinlich das Ursprungsland des Kakaos ist, werden Criollo- und Forastero-Arten gezogen.

### b. Das Klima der Kulturzone (Abb. 1 und 2)

Der Kakaobaum benötigt zum guten Gedeihen eine gleichmäßige, nie unter 20° C sinkende Temperatur und eine hohe Luftfeuchtigkeit. Er bevorzugt Gebiete mit einer großen Niederschlagsmenge. Im Orinoco-Delta, in Surinam, an der Goldküste, auf Sao Thomé und in dem Staate Bahia sinken die Niederschläge nicht unter 2000 mm pro Jahr. Die Luftfeuchtigkeit liegt meist über 80%. Auf den Westindischen Inseln und Trinidad liegen die Jahresniederschläge bei 1600 mm. Die Luftfeuchtigkeit steigt nur im September bis Dezember bis zu 80% rel. Feuchtigkeit an, sonst liegt sie unter 80%. Nach KOEPPENS Klimaklassifikation gehören diese Gebiete alle zum feuchtheißen Urwaldklima. Die Küste von Ecuador und ein großer Teil von Venezuela (bis auf das Orinoco-Delta und die Nordküste) gehören dem periodisch trockenen Savannenklima an. Die Nordküste von Venezuela mit dem Hauptausfuhrhafen für Caracas-Kakao, Porto Cabello und La Guayra, gehört nach KÖPPEN zum Wüstenklima. Während sich in dem Kakaoanbaugebiet von Caracas die Trockenheit sehr ungünstig auf die Ernte auswirken kann, kann in Ecuador die Regenzeit sehr unangenehm werden. Ein großer Teil des Landes ist dann unter Wasser gesetzt, so daß in den Kakaopflanzungen die Arbeiter häufig bis über die Kniee im Wasser waten müssen. In Guayaquil, dem Hauptausfuhrhafen, ist es zu dieser Zeit besonders schwül.

### c. Die Erntezeit der Kakaofrüchte (Abb. 2)

Obgleich die Kakaofrüchte das ganze Jahr hindurch reifen, gibt es in allen Kakaoländern eine Haupterntezeit. An der Goldküste wird von Oktober—Januar der meiste Kakao geerntet. In Venezuela und Brasilien schneidet man den Kakao von Oktober—Februar. Auf den westindischen Inseln fällt die Haupterntezeit in die Monate Dezember—März und in Ecuador findet eine Ernte von März—Juni statt und eine im November—Dezember. Wie die Beobachtungen im Hamburger Hafen zeigten, sind

die Kakaobohnen aus der Haupterntezeit besonders häufig von *E. cautella* befallen. Die Wahrscheinlichkeit, daß eine Kakaopartie „verwurst“ ist, ist bei Venezuela-Kakao am größten, bei Ghana-Kakao am seltensten.

### Die Formen der Kakaomotte, *Ephestia cautella* (WALKER)

#### Die Genitalien der Motten und ihre Klassifikation

Untersuchungen ergaben, daß die Genitalien der Falter aus einer Venezuelapartie, die im März/April in Hamburg eintraf, anders aussahen als diejenigen von Faltern, die um die gleiche Zeit aus Ecuador oder Brasilien nach Deutschland eingeschleppt wurden. Besonders die Transtilla in den Genitalapparaten der Männchen haben eine oft erheblich voneinander abweichende Form. Aber auch die Genitalien der Weibchen sind nicht alle gleich gebaut. Zunächst schien es fast aussichtslos, Ordnung in die Fülle der Formen zu bringen. Erst nachdem die verschiedenen männlichen und weiblichen Falterformen der besseren Übersicht wegen zunächst einmal provisorisch ganz einfach mit Zeichen versehen wurden, gelang es, die einzelnen Falter nach ihrer Herkunft und nach ihrem Verhalten gegenüber Luftfeuchtigkeitsverhältnissen zu klassifizieren.

Auf Tafel 1 wird eine Übersicht über die verschiedenen Formen des männlichen Genitalapparates gegeben, die sich besonders gut durch die Form der Transtilla unterscheiden. Es wurden bezeichnet mit A eine sehr schmale Transtilla mit einem großen Höcker, mit B eine schmale ohne Höcker, mit C eine etwas breitere ohne Höcker, mit D eine breite mit großem Höcker und mit E eine besonders breite ohne deutlichen Höcker.

Die Weibchen wurden ganz einfach nach der Zahl der Zähnchen auf der Bursa copulatrix geordnet (Abb. 3). Sie haben entweder 2, 3, 4, 5

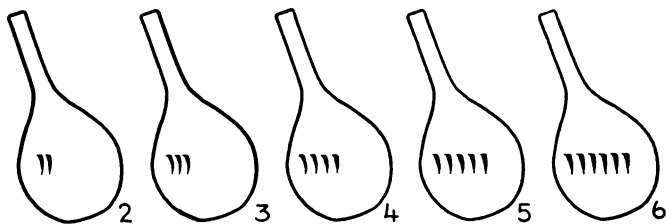


Abb. 3: Klassifikation des weiblichen Genitalapparates von *Ephestia cautella* (WALKER) nach der Zahl der Chitindornen auf der Bursa copulatrix.

oder 6 Zähnchen auf der Bursa. Es gibt aber auch noch welche, die gar keine oder aber sehr viele Zähnchen haben. Doch da diese nur sehr selten auftreten (wahrscheinlich nur in Partien aus West-Afrika), kann über sie nichts Näheres ausgesagt werden.

Die Symbole A, B, C, D, E bzw. 2, 3, 4, 5, 6 sind also Bezeichnungen für verschiedene sich durch bestimmte individuelle Eigenschaften auszeichnende Falterformen, die aber nicht immer streng gegeneinander abzugrenzen sind, sondern vielleicht als Produkt von Kreuzungen häufig

Übergänge zeigen. Eindeutig zu klassifizieren sind immer nur die Motten, die erst kürzlich mit frisch importiertem Kakao in Hamburg eingetroffen sind. Liegt der Kakao ein Jahr und länger zusammen mit Kakaosorten anderer Provenienzen auf dem Speicher, so kann man bald alle erwähnten Falterformen mit zahlreichen Zwischenstufen vorfinden.

### b. Das Vorkommen der verschiedenen Falterformen

Die meisten Männchenformen, nämlich A, C, D und E, sind auf Venezuela-Kakao zu finden. Auf Ecuador-Kakao kommen B und C, ganz selten auch D vor, auf Ghana- und Bahiakakao C, D und E und auf dem Kakao der westindischen Inseln nur C und D. B findet sich nur in Ecuador- und A nur in Venezuela-Kakao (Abb. 1).

Die ♂ C und D sind also auf allen Kakaosorten vertreten. Während das ♂ C provenienzmäßig nicht einwandfrei zu unterscheiden ist, konnten zwischen den ♂ D der einzelnen Provenienzen größere Abweichungen festgestellt werden (Taf. 1). So hat das Venezuela-Männchen D bei weitem den stärksten Höcker. Die Transtilla des Männchen vom Bahia-Kakao ist im ganzen breiter als alle anderen und die der Männchen von den westindischen Inseln ist länger und schmaler. Ebenso lassen die Männchen E Unterschiede erkennen. Ein Bahia ♂ E hat eine besonders breite Transtilla und das ♂ E vom Ghana-Kakao hat einen längeren Fortsatz an der Transtilla als das ♂ E aus Venezuela.

Bei den Weibchen kann man eine ähnliche Aufteilung vornehmen. Weibchen mit 2, 3 und manchmal auch 4 Bursa-Dornen sind auf Ecuador-Kakao zu finden, solche mit 3, 4, 5 und 6 Dornen auf Venezuela- und mit 3, 4 und 5 Dornen auf Ghana- und Bahia-Kakao. Die Weibchen sind nicht immer ganz gleich. Vor allem das 8. Abdominalsternit kann breit oder schmal sein. Auf Venezuela-Kakao kommen sehr häufig auch Weibchen vor, die außer den 4 Dornen noch dunkle verhornte Stellen auf der Bursa copulatrix haben. Es bedarf noch gründlicher Studien, bis in alle diese Formen endgültig Ordnung gebracht sein wird.

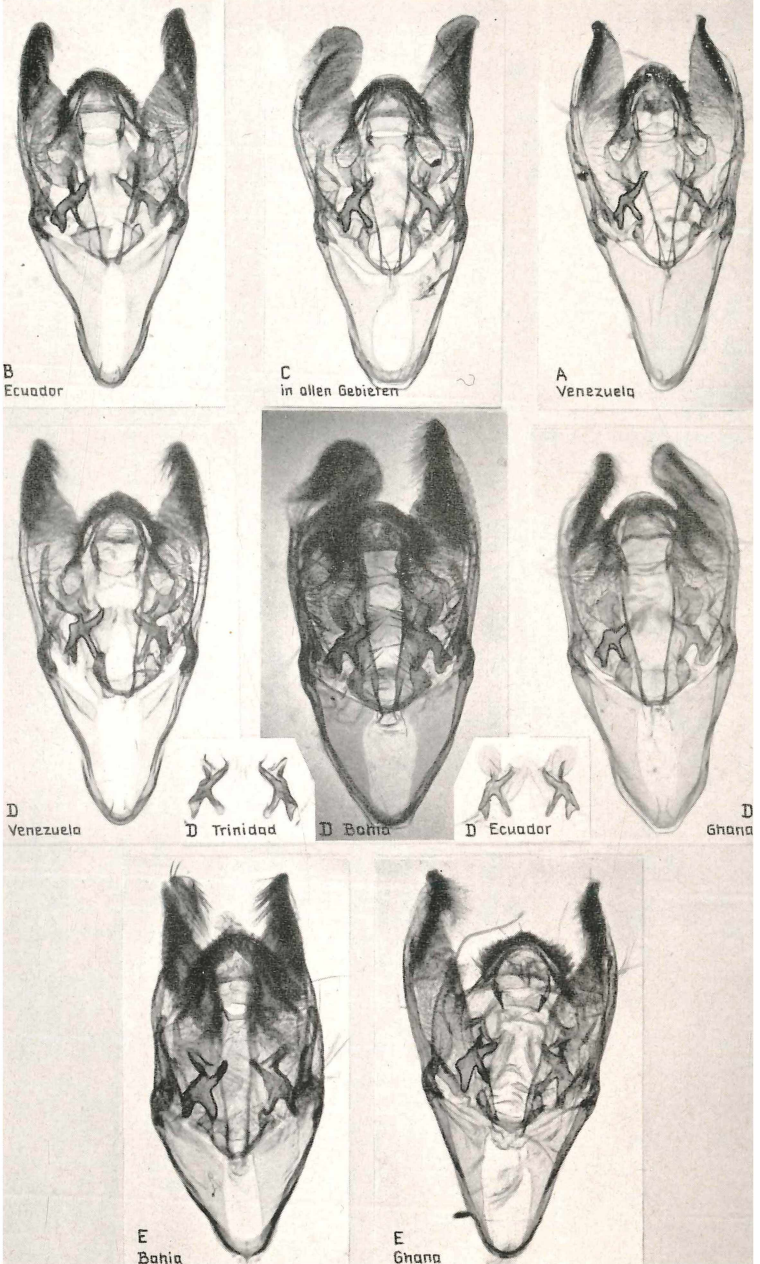
### c. Die Falter und ihre Eigenschaften

#### 1. Paarungskombinationen und deren Fruchtbarkeit

Um ein Bild über die Eigenschaften der Weibchen- und Männchenformen, sowie deren Zusammengehörigkeit zu gewinnen, wurde zunächst einmal die Fruchtbarkeit vieler Pärchen geprüft. Eine Arbeit, die viel Mühe erforderte, da die Falter ja nur an Hand der Genitalien zu unterscheiden sind. Man kann sie also nur ganz wahllos zueinander geben und es bedarf einer geraumen Zeit, bis man von allen Paarungskombinationen, die möglich sind, eine genügende Anzahl zusammen hat. Die Tab. 1 gibt die Ergebnisse dieser Untersuchung wieder. Auf der Abzisse wurden die weiblichen Dornenzahlen und auf der Ordinate die verschiedenen männlichen Formen eingetragen. Wie die Tabelle erkennen läßt, bestehen zwischen den einzelnen Paarungskombinationen deutliche Unterschiede. Ein Weibchen mit 2 Dornen legt die meisten Eier nach einer Paarung mit dem Männchen B. Wird zum Weibchen mit 2 Dornen ein Männchen E gegeben, so erfolgt keine Eiablage. Häufig sind diese Pärchen gar nicht mehr in der



TAFEL 1





Tab. 1  
 Paarungskombinationen und Eizahl der verschiedenen ♂ und ♀ Falter-  
 formen von *Ephestia cautella* (Wlk.) bei 26 ° C.

♂/♀	2	3	4	5	6
A	60 70 ● ● ●	18 33 61 42 ● ● ●	30 50 68 80 80 90 115 126 135	● ● ●	320 270 240 230 200 220 180 175
B	230 210 210 200 180 175 173 160 135 130	135 125 110 100 105 95 85 80	55 60 ● ● ●	95 63 ● ● ●	● ● ●
C	130 130 130 115 110 100 80 80	260 260 260 245 240 240 235 230 215 200 190 190 185 175 170	140 135 135 135 130 130 125 125 115 110 105 105 100 95	135 135 130 120 105 105 100 98 70	90 115 ● ● ●
D	70 65 ● ● ●	155 150 150 145 ● ● ●	340 305 262 242 230 230 215 205 200 200 195 185 185 175 170 170 170 165 160 160 150 120	195 170 165 160 160 110 110 110 100 105 95	105 100 70 ● ● ●
E	● ● ●	155 150 140 110 105 90 80 75	140 135 135 120 120 120 90	315 302 290 250 265 250 220 225 205 202 190 180 170 170 168 160	● ● ●

● ● ● = bis auf einige wenige Ausnahmen,  
**keine** Eiablage.

Lage, sich nach der Paarung wieder voneinander zu trennen. Das ♂ C vereinigt sich am liebsten mit dem Weibchen 3, doch kann es sich auch mit allen anderen Weibchen erfolgreich paaren. Auf Grund dieser Tatsache möchte man fast annehmen, daß das Männchen C die Stammform ist, von der sich vielleicht alle anderen Formen ableiten lassen. Vor allem für die Männchen B und E dürfte dieses zutreffen, denn ihre Transtillen unterscheiden sich von der Form C eigentlich nur durch die Breite, sind aber sonst in der Gestalt annähernd gleich. Das Männchen D paßt am besten mit dem Weibchen 4 zusammen und das Männchen E mit dem Weibchen 5. Während man in allen bisher genannten Kombinationen Übergänge erkennen kann, scheint das Männchen A zusammen mit dem Weibchen 6 recht isoliert dazustehen. Vor allem scheint das Weibchen nicht gewillt zu sein, ein anderes Männchen als das der Form A anzunehmen. Dem Aussehen nach läßt sich das Männchen A vielleicht vom Männchen D des Venezuela-Kakaos herleiten. Beide haben einen besonders starken Höcker. Doch noch wichtiger als das äußere Merkmal ist aber vielleicht die Tatsache, daß beide Formen noch bei geringer Luftfeuchtigkeit gut gedeihen können.

## 2. Die Entwicklung von *Ephestia cautella* (WALKER) bei verschiedenen Luftfeuchtigkeiten

Wie Luftfeuchtigkeitsversuche zeigten, haben die einzelnen oben beschriebenen Formen durchaus nicht die gleichen Feuchtigkeitsbedürfnisse. Für diese Untersuchungen wurden nur die Nachkommen von soeben aus Übersee importierten Falter verwandt, da so die größte Wahrscheinlichkeit einer einigermaßen reinen Erbanlage der Falter gegeben war.

Die Männchenformen B und E und die Weibchenformen 2 und 5 gedeihen bei einer Luftfeuchtigkeit von 90 % am besten, d. h. ihre Puppen werden bei dieser Luftfeuchtigkeit am größten (Tab. 2).

Tab. 2

Puppengewichte verschiedener männlicher und weiblicher Falterformen von *Ephestia cautella* (Wlk.) auf Ghana-Kakao. Die Tabelle gibt die arithmetischen Mittelwerte von je 80 Puppen bei 4 verschiedenen Luftfeuchtigkeiten und einer Temperatur von 26 ° C wieder.

relative Luftfeuchtigkeit in %	Puppen — Durchschnittsgewicht in mg							
	B	♂ Form			♀ Form			
		C	D	E	2	3	4	5
70	6,5	8,4	9,4	—	9,4	11,1	12,1	—
80	9,2	<b>10,8</b>	<b>10,0</b>	7,5	11,7	<b>13,7</b>	<b>12,9</b>	10,3
90	<b>10,5</b>	9,2	8,6	<b>11,6</b>	<b>13,4</b>	12,4	11,4	<b>14,0</b>
95	9,6	8,6	7,8	9,6	11,8	11,4	10,8	11,7

Das Entwicklungsoptimum der Männchenformen C und D, sowie der Weibchenformen 3 und 4 liegt bei 80 % Luftfeuchtigkeit. Bei einer Luftfeuchtigkeit von 70 % können sich eigentlich nur noch die Falterformen D und 4 gut behaupten. Ihre Puppen werden hier größer als die der an-

deren Formen. Von den Formen E und 5 schlüpfen bei dieser niedrigen Luftfeuchtigkeit fast überhaupt keine Falter mehr aus. Von dem Männchen A und dem Weibchen 6 liegen noch nicht genügend Versuchsergebnisse vor. Auf Grund der bisherigen Beobachtungen ist anzunehmen, daß diese beiden Formen trockenheitsliebend sind, so sind sie z. B. immer nur auf solchen Kakaobohnen zu finden, die während der Trockenzeit in Venezuela zur Verladung kamen. Im Laboratorium konnten diese Formen sogar noch bei einer 60%igen Luftfeuchtigkeit gedeihen, wozu die anderen Falter kaum noch in der Lage waren.

Die Entwicklungszeiten der Weibchen und Männchen nehmen von der niedrigen zur hohen Luftfeuchtigkeit langsam ab (Tab. 3). Die Männchen schlüpfen im allgemeinen 3—4 Tage vor den Weibchen aus der Puppe. Am schnellsten entwickeln sich die Formen B und 2, es folgen die Männchenformen C, D und die Weibchenformen 3 und 5. Die Falterformen D und 4 benötigen die längste Entwicklungszeit.

Tab. 3

Entwicklungszeiten verschiedener weiblicher Falterformen von *Ephestia cautella* (Wlk.) auf Ghana-Kakao. Die Tabelle gibt die arithmetischen Mittelwerte von je 80 Larven bei 4 verschiedenen Luftfeuchtigkeiten und einer Temperatur von 26° Celsius wieder. Versuchsbeginn: Schlüpfen der Larve aus dem Ei. Versuchsende: Beginn der Puppenruhe.

## Entwicklungszeit der ♀ in Tagen

relative Luftfeuchtigkeit in %	Form 2	Form 3	Form 4	Form 5
70	56,0	57,0	60,0	—
80	51,0	52,3	54,0	52,0
90	47,0	48,8	53,0	49,0
95	46,0	48,0	51,0	47,1

Auffällig ist, daß das Geschlechtsverhältnis bei den verschiedenen Luftfeuchtigkeiten sehr unterschiedlich ist. Ein gleicher Anteil von Männchen und Weibchen schlüpfte nur bei 80 % Luftfeuchtigkeit aus. 252 Larven ergaben 37,5 % Männchen, 36,9 % Weibchen, 25,5 % starben vorher ab. Eine besonders hohe Luftfeuchtigkeit (95 %) scheinen die weiblichen Larven besser als die Männchen zu vertragen. Von 238 Larven starben 39 %. 19,5 % wurden Männchen und 40,0 % Weibchen. Bei einer Luftfeuchtigkeit von 70 % sind die Männchen den Weibchen überlegen. Hier war das Verhältnis 40,2 % Männchen, 26,3 % Weibchen und 33,3 % Tote. Von diesen Männchen gehörten 52,5 % der Form D an und von den Weibchen 40 % zu der Form 4. Bei 80 % Luftfeuchtigkeit gehörten die meisten Falter den Formen C und 3 an. Bei höherer Luftfeuchtigkeit verschob sich das Verhältnis zugunsten der männlichen Formen B und E und der weiblichen Formen 2 und 5. Vielleicht müßte man hinter diese Ergebnisse ein Fragezeichen setzen, da die Versuchslarven wahllos von Eltern mit verschiedenen Genitalformen genommen und in die Versuchsgefäße gegeben wurden. Ich möchte aber trotzdem annehmen, daß dem Resultat eine gewisse Gültigkeit zugestanden werden kann, da in den meisten Fällen nach einer

14tägigen Versuchsdauer eine gewisse Selektion der Larven vorgenommen wurde, indem nur die beiden stärksten von 10 Larven in dem Versuchsgefäß belassen und ausgezählt wurden. Außerdem kommt man zu ähnlichen Ergebnissen, wenn man die Falter, die auf den Speichern des Hamburger Hafens gefangen wurden, klassifiziert und jahreszeitlich ordnet. In den Sommermonaten ist eine deutliche Zunahme der Formen D und 4 zu bemerken. Im November/Dezember, mit dem Ansteigen der Luftfeuchtigkeit in unseren Breiten, sind die männlichen Formen B und E und die weiblichen Formen 2 und 5 wieder mehr vertreten, während die Formen D und 4 fast ganz verschwinden.

#### **d. Die Feuchtigkeitsbedürfnisse der verschiedenen Falterformen im Zusammenhang mit dem Klima der Kakaoanbaugebiete**

Den besten Beweis für die Richtigkeit der hier geschilderten Versuchsergebnisse dürften die Beobachtungen an den frisch importierten Kakao-partien selbst geben. So treten die Formen E und 5 nur auf solchen auf, die aus einem Anbauggebiet mit tropischem Urwaldklima kommen. Die Westindischen Inseln scheinen allerdings eine Ausnahme zu machen. Auf diesem Kakao konnten bisher nur die Formen C und D festgestellt werden. Die Form E fehlt. Dies könnte zwei Ursachen haben. Entweder liegt es am Klima oder aber an der Herkunft und Verbreitung des Kakao-baumes selbst. — Ob die Kakaoarten als solche einen nennenswerten Einfluß auf die Ausbildung von Rassen haben, ist fraglich, da sich Criollo- und Forastero-Kakao nicht wesentlich in ihrem Eiweiß- und Zuckergehalt voneinander unterscheiden sollen. Die Herkunft und Verbreitung des Kakaobaumes aber, wird bei der Ausbildung von Rassen sicherlich eine Rolle gespielt haben. So wurde die feuchtigkeitsliebende Form E und das Weibchen 5 bisher nur auf Forastero-Kakao gefunden, dessen Heimat im feuchtheißen Urwaldklima liegt und der ausnahmslos auch nur in die feuchtheißen Gebiete verpflanzt wurde. Das Vorkommen der Form E steht somit in enger Beziehung zur Verbreitung des Forastero-Kakao. Doch für den Fortbestand der Falterformen wird letzten Endes das Klima allein verantwortlich zu machen sein. So konnten z. B. auf Rohkakao-sendungen, die von Trinidad kamen, keine Formen E und 5 festgestellt werden, obgleich auch dort Forastero-Kakao angebaut wird. Wahrscheinlich sind Klimaverhältnisse die Ursache für das Fehlen von E und 5. Obwohl die Westindischen Inseln zum tropischen Urwaldklima gehören, sind die Luftfeuchtigkeiten auf Trinidad bei weitem nicht so hoch wie z. B. in Bahia und an der Westküste von Afrika. Wie Laboratoriumsversuche gezeigt haben, bevorzugen die Formen E und 5 aber gerade eine besonders hohe Luftfeuchtigkeit.

Auf Venezuela-Kakao kommen die meisten Falterformen vor. Je nach den Klimaverhältnissen des Kakaoanbau-Gebietes sind trockenheits- bzw. feuchtigkeitsliebende Mottenformen auf dem Rohkakao zu finden. Die Vermutungen vieler Forscher, daß in Venezuela die Heimat des Kakao zu suchen sei, dürfte durch das Vorkommen der verschiedenen Motten im Venezuela-Kakao vielleicht eine gewisse Bestätigung finden. Man könnte sich vorstellen, daß mit der Verbreitung des Criollo-Kakao — der in der Savannenzone Venezuelas beheimatet sein soll — die Männchenformen

C und D zusammen mit den Weibchen 3, 4 nach Ecuador und den Westindischen Inseln gebracht wurden. In Ecuador haben sich dann vielleicht infolge anderer Klimaverhältnisse von den Formen C, 3 die Formen B, 2 mit etwas höheren Feuchtigkeitsbedürfnissen abgeschieden. In Venezuela selbst ist vielleicht die feuchtigkeitsliebende Männchenform E, ebenfalls aus der Männchenform C, der sie sehr ähnlich sieht, hervorgegangen und mit Forastero-Kakao in alle tropischen Gebiete verbreitet worden. Aus den Formen D und 4 entstanden vielleicht die Formen A und 6, die keine weitere Verbreitung fanden, da sie an die extremen Trockenheitsverhältnisse, wie sie häufig im Kakaoanbaugebiet von Caracas vorkommen, angepaßt sind.

### Zusammenfassung

Es wurde ein Versuch unternommen, die verschiedenen Formen der Genitalien der am Kakao auftretenden *Ephestia cautella* zu klassifizieren und zu ordnen. Es wurde dabei festgestellt, daß sich Formen herausgebildet haben, die sich einmal durch ihre verschiedenen Luftfeuchtigkeitsbedürfnisse unterscheiden, zum anderen aber auch wenigstens teilweise innerhalb der Feuchtigkeitsgruppen herkunftsmäßig nach der Form ihrer Transtilla voneinander getrennt werden können. Es wird allerdings noch weiterer Studien bedürfen, bis endgültig Ordnung in die Fülle der Formen gebracht sein wird, vor allem aber ist es nötig, daß auch Vertreter aus anderen Gebieten und von anderen Nahrungstoffen untersucht werden. In der vorliegenden Studie sollte lediglich an einem Beispiel einmal aufgezeigt werden, wie uneinheitlich eine über einen großen Teil der Welt verbreitete Schädlingsart ist und wie vorsichtig man daher mit der Verallgemeinerung von Ergebnissen sein muß, die nur an Tieren aus einem Herkunftsland erarbeitet wurden.

### Literaturverzeichnis

- BERNEGG, v. A., 1934: Tropische und subtropische Weltwirtschaftspflanzen, I: Kakao und Kola. Stuttgart.
- BOATENG, E. A., 1959: Geography of Ghana. Cambridge University Press.
- COTTERELL, G. S., 1952: The Insects associated with export produce in southern Nigeria. Bull. ent. Res. **49**, 145—152.
- CRANHAM, J. E., 1960: Insect Infestation of stored raw cacao in Ghana. Bull. ent. Res. **51**, 203—222.
- FICKENDEY, E., 1912: Die Kakaokultur an der Goldküste und in Kamerun. Tropenpfl. **13**, 435.
- FINCKE, H., 1928: Untersuchungen über Bestandteile der Kakao-Rohbohnen. Tropenpfl. **31**, 295—308.
- , 1936: Handbuch der Kakaoerzeugnisse. Berlin.
- GORDIAN, 1953: Kakaobohnen-Prüfung 1952/1953. Hamburg.
- HEINRICH, C., 1956: American moths of the subfamily Phycitinae. United States Nat. Museum, Bull. **207**, Washington.
- HOWE, R. W. u. FREEMANN, J. A., 1955: Insect Infestation of West African produce imported into Britain. Bull. ent. Res. **46**, 643—668.

- KNOCH, K., 1930: Klimakunde von Südamerika. In: KÖPPEN, W., Graz und GEIGER, R., Handbuch der Klimatologie, 2, Berlin 1930.
- KNOCH, Chr., 1962: Einschleppung und Flugzeiten von Kakaomotten. *Gordian*, 1472, 11—15.
- MANSHARD, W., 1961: Die Geographische Grundlage der Wirtschaft Ghanas. Wiesbaden.
- PITTIER, H., 1926: Manual de las plantas usuales de Venezuela. Caracas.
- , 1930: A propos des cacaoyers spontanés. *Rev. Bot. appl. Agricult. trop.* 10, 777.
- RAWNSLEY, J., 1960: Review of work on the control of insects in stored food produce. Rep VII. Commonw. Ent. Conf. London, 282—284.
- RICHARDS, O. W. und THOMSON, W. S., 1932: A contribution to the study of the Genera *Ephestia*, Gn. and *Plodia*, Gn., with notes on parasites of the larvae. *Trans. Ent. Soc., London*, 80, 169—250.
- STAHEL, G., 1920: Een wild cacaobosch aan de Mamaboen-Kreek. *De Indische Mercur* 39, 1920.
- ZELLER, T., 1925: Kakao. Monographien zur Landwirtschaft wärmerer Länder 1. Hamburg.
- 1960: The Report of the Pest Infestation Research Board with the Report of the Director of Pest Infestation Research for 1959. (Her Majesty's Stationary Office) London.

### Erklärung zu Tafel 1

Die Genitalapparate der Männchenformen A—E von *Ephestia cauttella* (WALKER) verschiedener Provenienzen. Auf den Fotografien wurden die Transtillen einseitig mit Tusche umrandet, um ihre oft erheblich voneinander abweichenden Formen besser hervorzuheben. Die Transtillen aus Trinidad und Ecuador wurden aus den Genitalapparaten herauspräpariert. (Foto: H. SCHÄFER).



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg](#)

Jahr/Year: 1963

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Knoche Christel

Artikel/Article: [Formenbildung bei \*Ephestia cautella\* \(WALKER\) an Kakao aus verschiedenen Herkunftsländern 383-396](#)