

Zur ökologischen Einpassung hormonal gesteuerter Vorgänge bei *Philosamia cynthia* Dru

Von Herbert Nopp

(Aus dem 2. Zoologischen Institut der Univ. Wien)

Mit 2 Abbildungen

Eingegangen am 12. 12. 1973

„Die Stammart des Ailanthusspinner, *Philosamia cynthia cynthia* Dru., war ursprünglich auf die malayischen Inseln beschränkt, wurde aber mit dem Eri-Seidenbau dann über weite Gebiete Süd- und Ostasiens verbreitet. Die Unterart (Rasse) *Ph. c. walkeri* Feld. ist ursprünglich die chinesische Form, die meist als „*cynthia*“ bezeichnet und importiert wurde und die seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts in mehreren Schüben in Europa, Nordamerika und Südamerika (z. B. Uruguay) eingebürgert wurde. Weitere Unterarten wären *Ph. c. advena* Pack. (in NA aus *Ph. c. walkeri* Feld. entstanden), *Ph. c. obscura* Butl., *Ph. c. ricini* Boisd., *Ph. c. pryeri* Butl. und *Ph. c. canningii* Hutt.“ (PRIESNER briefl., Nomenklatur nach PRIESNER 1968). Es muß in Erstaunen versetzen, in wie geographisch und klimatisch unterschiedlichen Gebieten die Einbürgerung geglückt ist, besonders, wenn man bedenkt, wie genau die endogen gesteuerten Entwicklungszyklen den äußeren Bedingungen angepaßt sein müssen. Zwar konnte für verhältnismäßig viele Lepidopteren- und auch andere Insektenarten allgemein in den letzten Jahrzehnten eine Abhängigkeit von der Photoperiode in der Art festgestellt werden, daß Langtagbedingungen und relativ hohe Temperaturen (im Rahmen der ökologischen Valenz der betreffenden Art) häufig Diapause unterdrücken, Kurztagbedingungen und relativ niedrige Temperaturen dagegen Diapause induzieren; im Einzelfall aber ist es für jede Art wichtig, daß die kritische Photoperiode und die kritische Temperatur für Diapause-Induktion und Beendigung der Diapause so genau den Klimabedingungen des jeweiligen Lebensraumes entsprechen, daß Entwicklungszyklen, Generationenfolge und Generationendauer mit den klimatischen Umständen und der Vegetationsentwicklung in Einklang stehen. Dementsprechend konnte auch für eine Reihe von weitverbreiteten Arten festgestellt werden, daß Populationen aus verschiedener geographischer Breite deutliche Unterschiede aufweisen: Entweder unterscheiden sie sich z. B. in der kritischen Tageslänge und Temperatur, die Diapause zu induzieren vermögen (*Chilocorus bipustulatus*; Cocc.; ZASLAVSKII und BOGDANOVA 1968, TADMOR und APPLEBAUM 1971), oder die Photoperiode- und Temperatur-Schwellen bleiben gleich und es ändert sich in Abhängigkeit von der geographischen Breite der Prozentsatz der Individuen einer Population, bei dem bei bestimmter Temperatur und Photoperiode Diapause induziert wird (*Pectinophora gossypiella*; Lep.; ANKERSMIT und ADKISSON 1967).

Ähnlich dürfte es sich mit den verschiedenen Arten der Saturniinae ver-

halten, die daraufhin untersucht wurden; Kurztag und niedrige Temperaturen wirken generell induzierend für die Puppendiapause und gegen Beendigung der Diapause, Langtag und hohe Temperaturen umgekehrt (JOLLY und Mtb. 1971, MANSINGH und SMALLMAN 1967, PAMMER 1966, ROSENTHAL und Mtb. 1968 u. a.). Die noch bei LEES (1955) und DANILEVSKII (1965) geäußerte Vermutung, univoltine Arten seien obligat diapausierend, stimmt in dieser allgemeinen Form sicher nicht, ebensowenig die lange festgehaltene Behauptung,

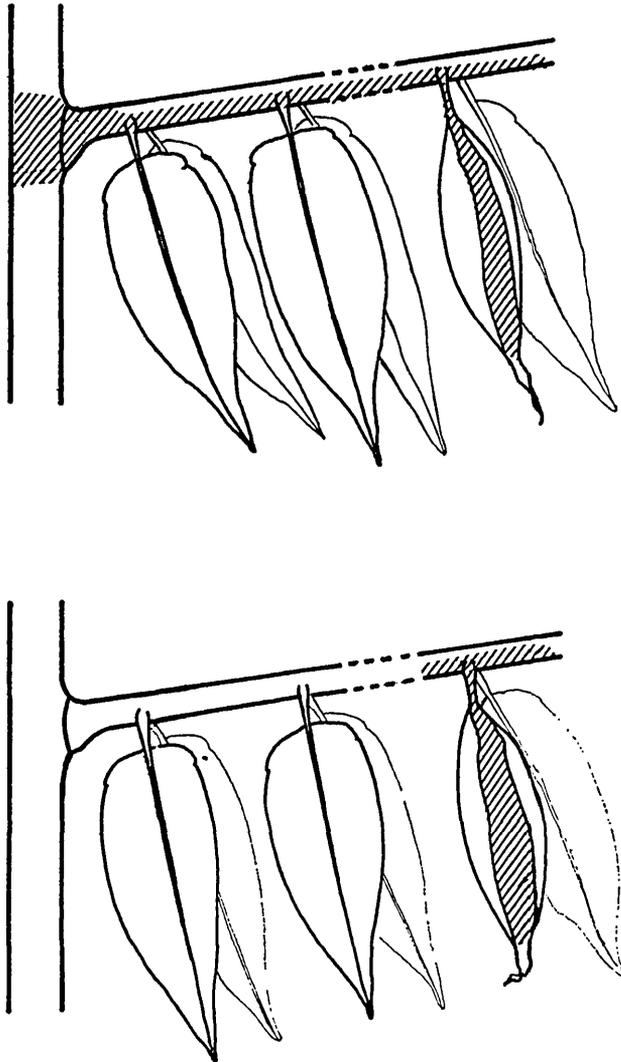


Abb. 1: Schematische Darstellung eines Winterkokons (oben) bzw. eines Sommerkokons (unten); Gespinstausdehnung schraffiert.

das Licht sei der Hauptinduktor und die Temperatur wirke nur modifizierend — s. MANSINGH und SMALLMAN (1967, 1971). Die Tatsache, daß die untersuchten, teils wildlebenden, teils halbdomestizierten Arten bzw. Unterarten in ihren Herkunftsgebieten teils univoltin, teils bivoltin oder multivoltin sind, ist mit hoher Wahrscheinlichkeit so zu erklären, daß die Schwellenwerte für Photoperiode und Temperatur vermutlich etwas verschieden liegen und die Verschiedenheit der Außenfaktoren (Temperatur, unterschiedliche Tageslänge bei verschiedener geographischer Breite) ein Übriges dazu beitragen. Dennoch bleibt es aufklärungsbedürftig, wie es einer Art wie *Philosamia cynthia* gelingen konnte, bei anthropogener Einbürgerung in recht unterschiedlichen Klimaten sich in kürzester Zeit den gegebenen Umständen anzupassen.

Um einen Eindruck zu geben, was damit gemeint ist, sei die jahreszeitliche Entwicklung und ihre Steuerung bei der einheimischen *Ph. c. walkeri* Feld. kurz geschildert: Die Ailanthusspinner bilden in Mitteleuropa normalerweise zwei Generationen pro Jahr aus; eine Sommergeneration, deren Puppen sich als Folge der Langtagbedingungen während der späten Larvenzeit ohne Diapause sofort entwickeln, und eine Herbstgeneration, bei welcher die Kurztagbedingungen und niedrigen Temperaturen während des 4. und 5. Larvenstadiums zu einer Puppen-diapause führen (PAMMER 1966). Die diapausierenden Puppen überwintern am Baum hängend und schlüpfen erst relativ spät im darauffolgenden Jahr, was mit dem späten Austreiben von *Ailanthus glandulosa* in Einklang steht. Die Aufhängung der Winterkokons geschieht so, daß die verpuppungsbereite Larve die Mittelrippe eines ausgewählten Blattwedels am Ast festspinnt, dann ein festes Seidenband an der Unterseite der Mittelrippe bis zu einem bestimmten Fiederblatt legt und sich schließlich in diesem (eingerollten) Fiederblatt einspinn (Abb. 1). Solcherart bleibt der Winterkokon beim herbstlichen Laubfall am Baum hängen, während ein Sommerkokon, bei dem nur ein Fiederblatt an der Mittelrippe festgesponnen wird, unweigerlich abfiel. Die Entscheidung über die Art des Kokonbaus fällt in der letzten Larvenzeit, wobei — ähnlich wie bei der Diapause-Induktion — Langtagbedingungen und Temperaturen von 25–30°C Sommerkokons hervorbringen, Kurztagbedingungen und Temperaturen von 18–20°C bei der Mehrzahl der Individuen zu Winterkokons führen (PAMMER 1966).

Es läßt sich nun leicht vorstellen, daß die Einpassung des jährlichen Zyklus in unsere mitteleuropäischen Verhältnisse dadurch erfolgt ist, daß in den ersten Wintern jene Genotypen herausselektioniert wurden, deren Photoperiode-Schwellen u. s. w. in den neuen Lebensraum paßten. Ein gewisser genetischer Polymorphismus der Diapause-Induktion, -Dauer und -Beendigung ist nämlich als sicher anzunehmen, da oft auch bei optimalen Bedingungen einige Prozente der Individuen nicht diapausieren oder zwei Jahre in Diapause verharren („überliegen“), also allgemein ausgedrückt, von der Reaktionsnorm abweichen. Meist mögen solche Abweichungen für die Art bedeutungslos sein oder zugrunde gehen, ihre Existenz birgt aber für die Art die Chance des Überlebens bei Witterungsabnormalitäten oder der Eroberung neuer Areale. Ein einleuchtendes Beispiel dieser Art analysierte OLIVER (1969) an amerikanischen *Papilioniden*, wo z. B. die beträchtliche Variabilität des Aufwachens aus der Diapause fallweise ein ökologischer Vorteil sein kann, weil dadurch z. B. *Papilio zelicaon* in Südkalifornien in günstigen Wintern eine Wintergeneration ausbilden kann. Man kann der Ansicht des genannten Autors beipflichten, daß Variabilität und die Existenz einiger atypisch reagierender Individuen es der Art erlauben, ungewöhnliche Umweltbedingungen auszunützen, bei welchen die typische Reaktion nachteilig wäre.

Betrachtet man nun die Bildung von Sommer- und Winterkokons, so wäre analog zu den oben angestellten Überlegungen zu vermuten, daß bei den zur Einbürgerung verwendeten Tieren ein gewisser Prozentsatz diese spezielle Form des Spinnverhaltens unter Kurztagbedingungen und entsprechender Temperatur besaß und daß sich diese Genotypen als günstig erwiesen und sich durchsetzten. Prinzipiell sind nämlich im näheren Verwandtschaftskreis beide Arten des Kokonbaus verwirklicht: *Callosamia promethea* bildet Kokons, die den Winter-Kokons von *Ph. cynthia* gleichen, *C. angulifera* solche, die den Sommerkokons ähnlich sind (HASKINS und HASKINS 1958).

Um diese Vermutung auf ihren Wahrscheinlichkeitsgehalt zu prüfen, wurden von O. JANČEK gekaufte Eier von indischen *Ph. cynthia canningii* zum Schlüpfen gebracht und unter Bedingungen aufgezogen, die bei einheimischen *Ph. c. walkeri* zu 95 oder mehr Prozent zu Sommer- bzw. Winterkokons führen: d. h. eine Gruppe wurde ab dem 3. Stadium im Langtag (L/D = 16/8, 26–28°C) und eine weitere Gruppe im Kurztag (8/16, 18–20°C) gehalten (sonstige Haltungsbedingungen s. PAMMER 1966).

Die Tab. 1 und Abb. 2 geben die Ergebnisse wieder: Unter Langtagbedingungen bildeten alle *Ph. c. canningii* Sommerkokons und entwickelten sich subitan, ähnlich wie die als Kontrollen angeführten *Ph. c. walkeri*. Kurztagbedingungen führen bei *Ph. c. walkeri* bei etwa 95% der Individuen zur Ausbildung von Winterkokons und zu 100% Diapause. Bei *Ph. c. canningii* ergab

Tabelle 1: Kokonform und Diapauseinduktion bei *Ph. c. walkeri* und *Ph. c. canningii*; Langtag oder Kurztag ab dem vierten Larvenstadium.

Kokonform Entwicklung		Sommer		Intermediär		Winter		N
		subit.	Diap.	subit.	Diap.	subit.	Diap.	
LT, 26–28°C L/D=16/8	<i>walkeri</i>	49=89%	—	6=11%	—	—	—	55
	<i>canningii</i>	54=100%	—	—	—	—	—	54
KT, 18–20°C L/D=8/16	<i>walkeri</i>	—	2=4%	—	1=2%	—	48=94%	51
	<i>canningii</i>	2=3%	47=84%	—	6=11%	—	1=2%	56

sich ein differenzierteres Bild: 2 von 56 Tieren entwickelten sich subitan, was bei der einheimischen Unterart praktisch nie vorkommt; außerdem fertigte nur 1 Tier einen eindeutigen Winterkokon an, 6 Kokons wurden als intermediär klassifiziert und die übrigen 49 erwiesen sich als Sommerkokons. Bemerkenswert ist außerdem, daß sich von den 49 Puppen in Sommerkokons nur 2 subitan entwickelten, während die übrigen 47 diapausierten und erst im Juni des darauffolgenden Jahres schlüpfen.

Damit gewinnt die oben geäußerte Version an Wahrscheinlichkeit, daß das für die Einbürgerung verwendete Tiermaterial polymorph in bezug auf den Entwicklungszyklus und seine Induktion und Steuerung war und daß die erwähnten Schlußfolgerungen von OLIVER (1969) auch auf die *Saturniinae* zutreffen dürften. Daß die Variabilität hinsichtlich diapauseinduzierender oder -beendender Tageslängen oder Temperaturen eine genetische Fundierung aufweist und mit verhältnismäßig einfachem Erbgang vererbt wird, konnte mehrfach bewiesen werden (BECK und APPLE 1961, *Ostrinia nubilalis*;

DANILEVSKII 1961, *Acronycta rumicis* u. a.). Sieht man sich nun nach weiteren Beispielen um, wo durch menschlichen Eingriff der Selektionsdruck geändert und damit latent vorhandenen Möglichkeiten in der Entwicklungszyklk von Schmetterlingen zum Durchbruch verholfen wurde, so finden sich gerade wieder im nächsten Verwandtschaftskreis der Saturniinae schöne Fälle: RIDD-

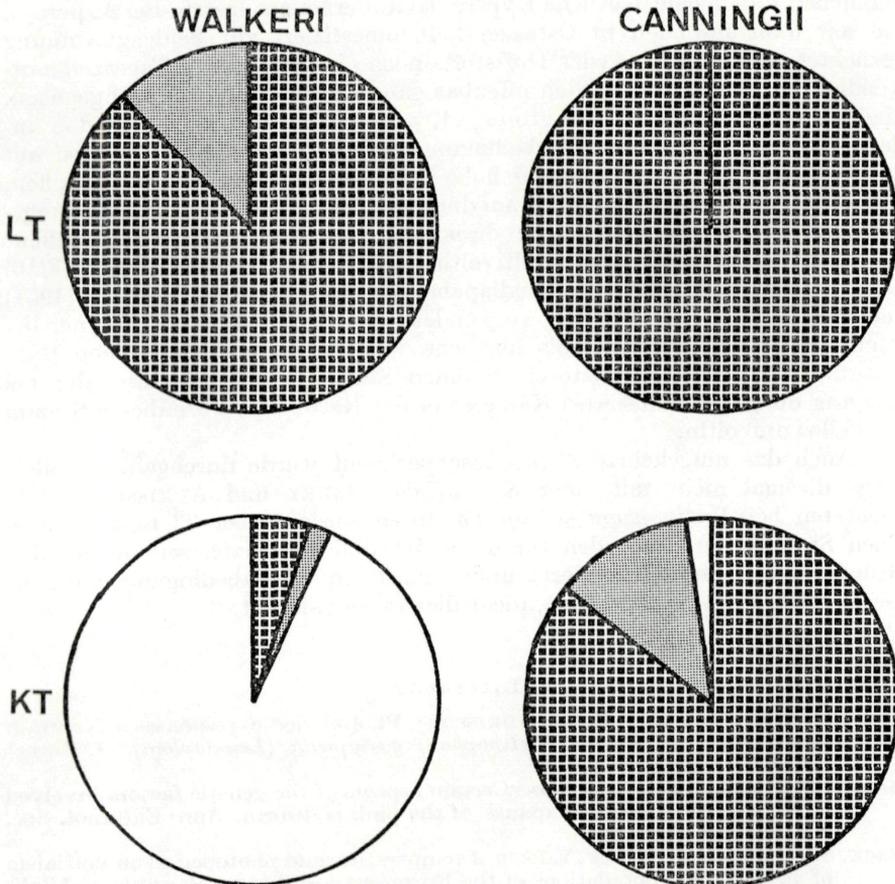


Abb. 2: Anteil von Sommer- und Winterkokons bei *Ph. c. walkeri* und *Ph. c. canningii* bei verschiedener Photoperiode und Temperatur (siehe Text); kariert: Sommerkokons, punktiert: Intermediäre Kokons, weiß: Winterkokons.
360° = 100%.

FORD und WILLIAMS (1971) untersuchten bei *Hyalophora (Platysamia) cecropia* (N. Am., wildlebend), *Antheraea polyphemus* (N. Am., wildlebend) und *Antheraea pernyi* (Ostasien, halbdomestiziert) die als „Calling“ bezeichnete Verhaltensweise der weiblichen Falter. Die Weibchen zweier der genannten Arten stülpen die Genitalien und damit die Duftdrüsen am Abdomen nur unter be-

stimmten Bedingungen aus, sodaß die für die Anlockung der Männchen und für die Kopulation unbedingt notwendigen Pheromone nur unter diesen Bedingungen frei werden. *A. polyphemus*-Weibchen brauchen als Voraussetzung für dieses „Calling“ einen in Eichenblättern vorhandenen Duftstoff (Trans-2-Hexenal), *Hyalophora cecropia*-Weibchen „rufen“ erst 1,5 bis 2 Stunden vor dem Ende der Lichtphase (Abenddämmerung), während welcher Zeit die Männchen zudem eine deutliche Hyperaktivität erkennen lassen. Bei *A. pernyi*, die seit Jahrtausenden in Ostasien halbdomestiziert zur Seidengewinnung gezüchtet werden, sind weder Duftstoffe noch eine bestimmte Tageszeit notwendig, die Pheromone werden offenbar ganztägig kontinuierlich abgegeben. Man kann der Deutung der Autoren, *A. pernyi* hätte die bei den beiden anderen Arten festgestellten Vorbedingungen durch fortgesetzte Auslese auf leichte Züchtbarkeit verloren, eine hohe Wahrscheinlichkeit nicht absprechen. Noch eindrucksvoller im Hinblick auf die behandelte Thematik sind Züchtungsversuche mit *A. pernyi*, welche direkt die Diapause-Induktion betreffen: *A. pernyi* ist normalerweise multivoltin, durch Kurztagbedingungen (8/16) kann aber die „übliche“ Puppendiapause induziert werden. TANAKA (1951) züchtete *A. pernyi* im Langtag, verwendete aber zur Weiterzucht in einer bestimmten Versuchsserie jeweils nur jene wenigen Individuen, welche trotz Langtag diapausierten, wodurch er einen Stamm erzielen konnte, der bei Langtag obligat diapausiert! Käme er in der Natur vor, wäre dieser Stamm zweifellos univoltin.

Auch das umgekehrte Züchtungsexperiment wurde durchgeführt, allerdings diesmal nicht mit einer *Saturniinae*. BARRY und ADKISSON (1966) züchteten bei *Pectinophora gossypiella* durch Auslese über 23 Generationen einen Stamm, der unter den für diese Art üblichen diapauseinduzierenden Bedingungen nicht diapausiert; unter günstigen Klimabedingungen ergäbe dieser Stamm eine multivoltine, nicht diapausierende Art.

Literatur

- ANKERSMIT, G. W., and P. L. ADKISSON: Photoperiodic responses of certain geographical strains of *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera). *J. Insect Physiol.* 13: 553—564. 1967.
- BARRY, B. D., and P. L. ADKISSON: Certain aspects of the genetic factors involved in the control of larval diapause of the pink bollworm. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 59: 122—125. 1966.
- BECK, S. D., and J. W. APPLE: Effects of temperature and photoperiod on voltinism of geographical populations of the European corn borer, *Pyrausta nubilalis* J. econ. Ent. 54: 550—558. 1961.
- BECK, S. D.: *Insect Photoperiodism*. Academic Press, New York & London 1968.
- DANILEVSKII, A. S.: Photoperiodism and the seasonal development of insects. Oliver & Boyd, Edinburgh 1965 (engl. Ausgabe; russ. 1961).
- HASKINS, C. P., and E. F. HASKINS: Note on the inheritance of behaviour patterns for food selection and cocoon spinning in F₁-hybrids of *Callosamia promethea* and *C. angulifera*. *Behaviour* 13: 89—96. 1958.
- JOLLY, M. S., S. S. SINHA, and J. L. RAZDAN: Influence of temperature and photoperiod on termination of pupal diapause in the Tasar silkworm, *Antherca mylitta*. *J. Insect Physiol.* 17: 753—760. 1971.
- LEES, A. D.: *The physiology of diapause in arthropods*. Cambridge University Press 1955.

- MANSINGH, A., and B. N. SMALLMAN: Effect of photoperiod on the incidence and physiology of diapause in two saturniids. *J. Insect Physiol.* **13**: 1147—1162. 1967.
- MANSINGH, A., and B. N. SMALLMAN: The influence of temperature on the photoperiodic regulation of diapause in saturniids. *J. Insect Physiol.* **17**: 1735—1739. 1971.
- OLIVER, CH. G.: Experiments on the diapause dynamics of *Papilio polyxenes*. *J. Insect Physiol.* **15**: 1579—1589. 1969.
- PAMMER, E.: Auslösung und Steuerung des Spinnverhaltens und der Diapause bei *Philosamia cynthia* Dru. (*Saturniidae*, Lep.). *Z. vergl. Physiol.* **53**: 99—113. 1966.
- PRIESNER, E.: Die interspezifischen Wirkungen der Sexuallockstoffe der *Saturniidae* (Lepidoptera). *Z. vergl. Physiol.* **61**: 263—297. 1968.
- RIDDIFORD, L. M.: Trans-2-hexenal: mating stimulant for *Polyphemus* moths. *Science* **158**: 139—141. 1967.
- RIDDIFORD, L. M., and C. M. WILLIAMS: Role of the corpora cardiaca in the behavior of saturniid moths. I. Release of sex pheromone. *Biol. Bull.* **140**: 1—7. 1971.
- ROSENTHAL, J. D., W. N. SULLIVAN, V. E. ADLER, and J. O. MCGUIRE: Influence of temperature and light regimens on diapause of *Samia cynthia pryeri*. *J. econ. Ent.* **61**: 578—579. 1968.
- TADMOR, W., and S. W. APPLEBAUM: Adult diapause in the predaceous coccinellid, *Chilocorus bipustulatus*: photoperiodic induction. *J. Insect Physiol.* **17**: 1211—1215. 1971.
- TANAKA, Y.: Studies on hibernation with special reference to photoperiodicity and breeding of the Chinese Tussar silkworm. *J. Sericult. Sci. Japan* **20**: 132. 1951.
- ZASLAVSKII, V. A., and J. P. BOGDANOVA: The characteristics of adult diapause in two species of *Chilocorus* (Coleoptera: *Coccinellidae*). *Rev. appl. Ent.* **56**: 221. 1968.

Anschrift des Verfassers: Doz. Dr. H. NOPP, II. Zool. Inst. d. Univ. Wien, Dr. Karl Lueger-Ring 1, A-1010 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: [114](#)

Autor(en)/Author(s): Nopp Herbert

Artikel/Article: [Zur ökologischen Einpassung hormonal gesteuerter Vorgänge bei *Philosamia cynthia* Dru 13-19](#)