

## Synchronisation der circadianen Aktivitätsperiodik von Eidechsen durch Temperaturcyclen verschiedener Amplitude

KLAUS HOFFMANN

Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie, Seewiesen und Erling-Andechs

Eingegangen am 8. Dezember 1967

### *Entrainment of the Circadian Rhythm of Locomotor Activity in Lizards by Temperature Cycles of Different Amplitude*

*Summary.* The locomotor activity of lizards was recorded in constant light, and temperature cycles of different amplitude (Fig. 1). It was determined whether or not the circadian periodicity of the animals was entrained by the external cycles. With diminishing amplitude of the temperature cycle, the number of animals entrained decreased (table); but even with daily temperature fluctuations as small as 0.9° C, 2 out of 8 animals were still entrained.

In some cases, an influence of the cyclically fluctuating ambient temperature was noticeable though the circadian rhythm was not fully entrained: it showed "relative coordination" with the external cycle (Fig. 2).

The high sensitivity to ambient temperature fluctuations demonstrated here, might account for some of the findings where the circadian period, in "constant conditions", did not deviate from that under natural conditions. Some cases in which the circadian period returned to the "natural" phase in "constant conditions" following a phase shift, might have a similar cause.

Bei poikilothermen Tieren kann die circadiane Periodik innerhalb gewisser Grenzen durch Temperaturcyclen synchronisiert werden (SWEENEY u. HASTINGS, 1960; HOFFMANN, 1963; BÜNNING, 1967). Die hier mitgeteilten Experimente untersuchen die Frage, welche Amplitude des Temperaturcyclus noch zur Synchronisation ausreicht. Als Versuchstiere dienten Ruineidechsen (*Lacerta sicula* RAF.), registriert wurde die lokomotorische Aktivität (Methode s. HOFFMANN, 1960). Die Tiere wurden in Dauerlicht gehalten und einem etwa sinusförmigen Cyclus der Umgebungstemperatur ausgesetzt (s. Abb. 1). Die Periodenlänge betrug 24 Std (A) bzw. 23,95 Std (B—D). Die Tabelle zeigt die Ergebnisse (nach Auswertung durch 5 voneinander unabhängige Beurteiler). Man erkennt, daß die relative Anzahl der vollsynchronisierten Tiere mit abnehmender Amplitude des Temperaturcyclus kleiner wird. Immerhin waren bei einer Schwingungsbreite von 1,6° C noch 75%, bei 0,9° C Schwingungsbreite noch 25% der Tiere voll synchronisiert.

Ein Einfluß der periodisch schwankenden Außentemperatur auf die circadiane Periodik der Tiere war in einigen Fällen auch dann noch zu beobachten, wenn der äußere Cyclus die biologische Periodik nicht synchronisierte. Es trat dann „relative Koordination“ (v. HOLST, 1939; ASCHOFF u. WEVER, 1961) auf; je nach der Phasenlage des Aktivitäts-cyclus zum Temperaturcyclus wurde die Periodenlänge verschieden stark modifiziert. Ein Beispiel gibt Abb. 2.

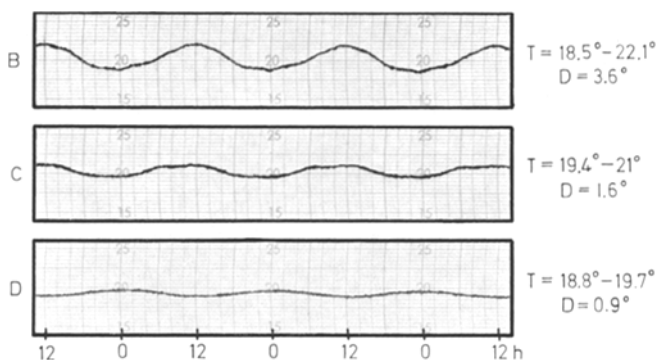


Abb. 1. Beispiele für den Temperaturverlauf in den Versuchen B—D (vgl. Tabelle).  
Original-Thermographenaufzeichnungen

Tabelle

	Differenz zwischen Minimum und Maximum			
	A 7,2°C <sup>a</sup> (19,2—26,4°C)	B 3,6°C (18,5—22,1°C)	C 1,6°C (19,4—21°C)	D 0,9°C (18,8—19,7°C)
Deutlich synchronisiert	17	6	6	2
Synchronisation fraglich	—	1	1	3
Nicht synchronisiert	1	1	1	3
Zahl der Versuche	18	8	8	8

<sup>a</sup> Nach HOFFMANN (1963)

Die Untersuchungen zeigen, daß die circadiane Periodik poikilothermer Tiere auch durch sehr kleine tagesperiodische Schwankungen der Außentemperatur noch synchronisiert werden kann. Bei Pflanzen

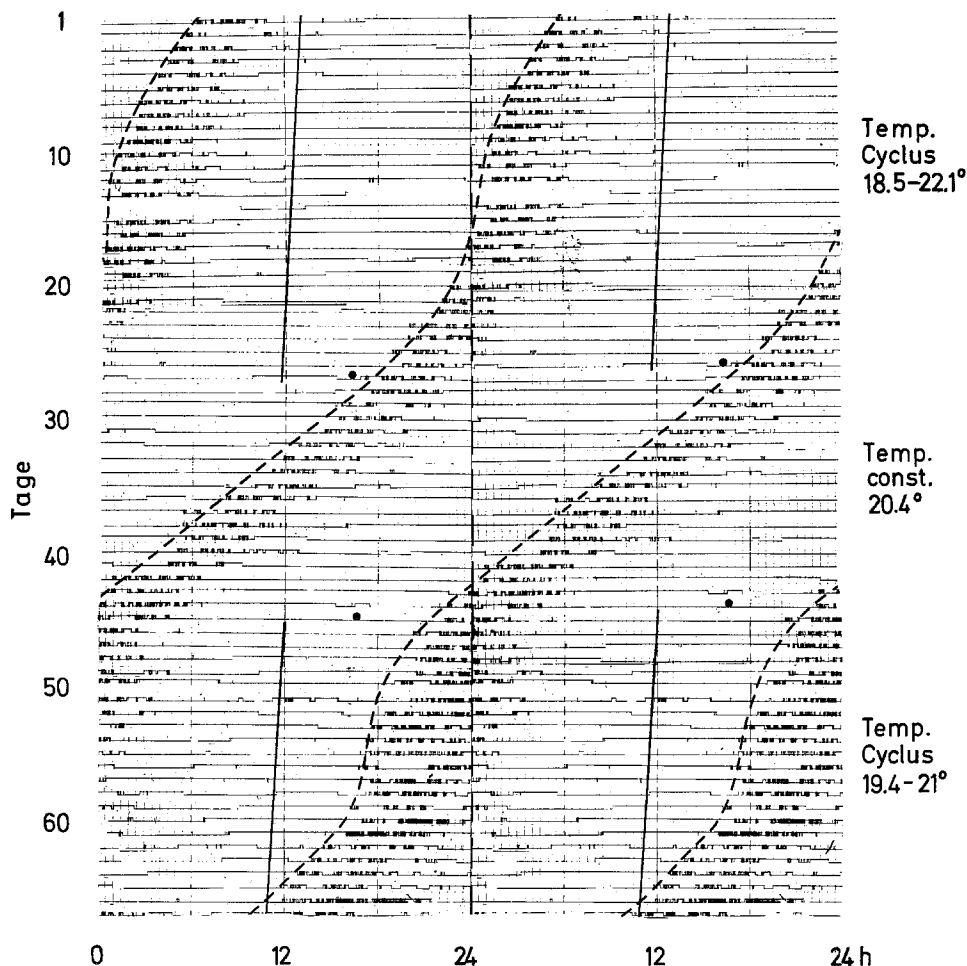


Abb. 2. Lokomotorische Aktivität einer Eidechse in konstanter Temperatur und in zwei Temperaturcyclen. Registrierung mit Zeitmarkenschreiber, Registrierstreifen von 67 Tagen untereinander geklebt. Zur besseren Übersicht ist die Registrierung rechts noch einmal wiederholt. Die nahezu vertikal ausgezogenen Linien geben die Zeit des Temperaturmaximums an, die schwarzen Punkte symbolisieren Beginn bzw. Ende des Temperaturcyclus. Die gestrichelte Linie gibt ungefähr die Änderung des Aktivitätsbeginns im Verlaufe des Versuches wieder. Man erkennt deutlich, daß die Aktivitätsperiodik im Temperaturcyclus anders als in konstanter Temperatur verläuft

fand OLTMANN'S (1960), daß die tagesperiodischen Blütenbewegungen von *Kalanchoe* durch Temperaturschwankungen um 1° C gesteuert werden können. Ein Teil der immer wieder publizierten Berichte über Fälle,

bei denen die biologische Periodik auch nach sehr langem Aufenthalt in „konstanten“ Bedingungen in Phase und Periode keine Abweichungen von den im Naturtage gefundenen Werten zeigt, läßt sich vielleicht durch die hier demonstrierte synchronisierende Wirkung von Temperaturecyclen mit sehr kleiner Amplitude erklären. Der gleiche Verdacht besteht bei einigen Untersuchungen, in denen die biologische Periodik nach Phasenverschiebung durch einen künstlichen Licht-Dunkel-Wechsel in anschließendem Dauerdunkel oder Dauerlicht wieder in die „natürliche“ Phase zurückkehrte (s. auch ASCHOFF, 1954).

### Literatur

- ASCHOFF, J.: Zeitgeber der tierischen Tagesperiodik. *Naturwissenschaften* **41**, 49—56 (1954).
- , u. R. WEVER: Biologische Rhythmen und Regelung. *Bad Oeynhausener Gespräche* **5**, 1—15 (1962).
- BÜNNING, E.: *The Physiological Clock*. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1967.
- HOFFMANN, K.: Versuche zur Analyse der Tagesperiodik. I. Der Einfluß der Lichtintensität. *Z. vergl. Physiol.* **43**, 544—566 (1960).
- Zur Beziehung zwischen Phasenlage und Spontanfrequenz bei der endogenen Tagesperiodik. *Z. Naturforsch.* **18b**, 154—157 (1963).
- HOLST, E. v.: Die relative Koordination als Phänomen und als Methode zentralnervöser Funktionsanalyse. *Ergebn. Physiol.* **42**, 228—306 (1939).
- OLTMANN, O.: Über den Einfluß der Temperatur auf die endogene Tagesrhythmik und die Blühinduktion bei der Kurztagpflanze *Kalanchoe blossfeldiana*. *Planta (Berl.)* **54**, 233—264 (1960).
- SWEENEY, B., and J. W. HASTINGS: Effects of temperature upon diurnal rhythms. *Cold Spr. Harb. Symp. quant. Biol.* **25**, 87—104 (1960).

Dr. KLAUS HOFFMANN  
Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie  
8131 Erling-Andechs