

Both were found to produce the change of EEG previously described⁶. It was furthermore observed that at the same time as developed of slow waves and spindles in the EEG, there was a pronounced increase of the cortical blood flow due to a reduction of the cortical vascular resistance (Fig. 1). A relative increase of flow of up to 100% was thus recorded after administration of 4 mM/kg of butyric acid. Minor effects upon the EEG and the blood flow were seen already after injection of 1.2 ml of the solution used. The presence of glucose in large concentrations in the blood did not alter the effects described.

When arousing stimuli (adequate stimulation, electrical stimulation of the brain stem, injection of Metrazol) were employed as a test of brain stem functions, it was found that the arousal reaction of the EEG disappeared completely with increasing doses of the fatty acid solution (Fig. 2). Pressor effects following brain stem stimulation also diminished. These facts demonstrate that the fatty acid anions block the general activating influence of the reticular system upon the cortex⁷.

The finding of synchrony in the EEG with slow waves in combination with cortical vasodilatation following injection of short chain fatty acids is of interest for several reasons. This state contrasts with the one obtained with e.g. barbiturates, which also induce synchrony but with some cortical vasoconstriction⁸. On the other hand, the fatty acid effects show principal similarities with the state of physiological sleep in which there is a sleep pattern in the EEG as well as some cortical vasodilatation⁹. It is known that local metabolites are of great importance for the adjustment of the cortical vasomotor tone during changes in EEG¹⁰. In view of the findings reported here, it seems an interesting suggestion for further investigation that fatty acids as humoral agents may participate in the normal regulation of cortical excitability and vasomotor tone.

B. HOLMQUIST and D. H. INGVAR

Institute of Physiology, University of Lund (Sweden), March 12, 1957.

Zusammenfassung

Die Wirkung von intravenös injizierten Fettsäureanionen (0,5–1,0 molare Lösung in NaOH von Butter-säure und Kapronsäure) auf das Elektroenzephalogramm, auf den Blutdruck und auf die kortikale Durchblutung wurde bei leicht narkotisierten und nichtnarkotisierten Katzen untersucht. Es wurde bestätigt, dass Fettsäureanionen eine ausgesprochene Depression des Elektroenzephalogramms herbeiführen. Weiterhin wurde gezeigt, dass sich mit dieser Depression auch eine bedeutende Herabsetzung des kortikalen Gefäßwiderstandes entwickelt.

⁶ R. P. WHITE and F. E. SAMSON, Amer. J. Physiol. 186, 271 (1956). – F. E. SAMSON and N. DAHL, Fed. Proc. 14, 129 (1955).

⁷ G. MORUZZI and H. W. MAGOUN, EEG Clin. Neurophysiol. 1, 455 (1949).

⁸ D. H. INGVAR and U. SÖDERBERG, EEG Clin. Neurophysiol. 8, 403 (1956).

⁹ L. SOKOLOFF, *Neurochemistry* (Ed. S. R. Korey and J. I. Nurnberger; Hoeber-Harper, New York 1955), pp. 216–229.

¹⁰ D. H. INGVAR: *Cortical state of excitability and cortical circulation*. Symposium on the reticular formation of the Brain, Henry Ford Hospital, Detroit, March 14–16, 1957.

Elektrophysiologische Untersuchungen über die Ultraviolettempfindlichkeit von Insektenaugen¹

Bei der Frage nach der spektralen Absorption der Sehstoffe im Komplexauge der Insekten nehmen elektrophysiologische Messungen der spektralen Empfindlichkeit einen bevorzugten Platz ein, da wegen methodischer Schwierigkeiten direkte Bestimmungen bisher fehlen. Für das sichtbare Spektrum liegen solche Messungen bereits vor². Schon ältere Verhaltensversuche haben indessen gezeigt, dass von vielen Insekten außer dem sichtbaren auch das für uns weitgehend unsichtbare ultraviolette Licht (UV) wahrgenommen wird und zum Teil erstaunlich reizwirksam ist³. Da diese Versuche wenig Rückschlüsse auf die spektrale Absorption der Pigmente zulassen, lag es nahe, die spektrale Empfindlichkeit für das UV elektrophysiologisch zu bestimmen.

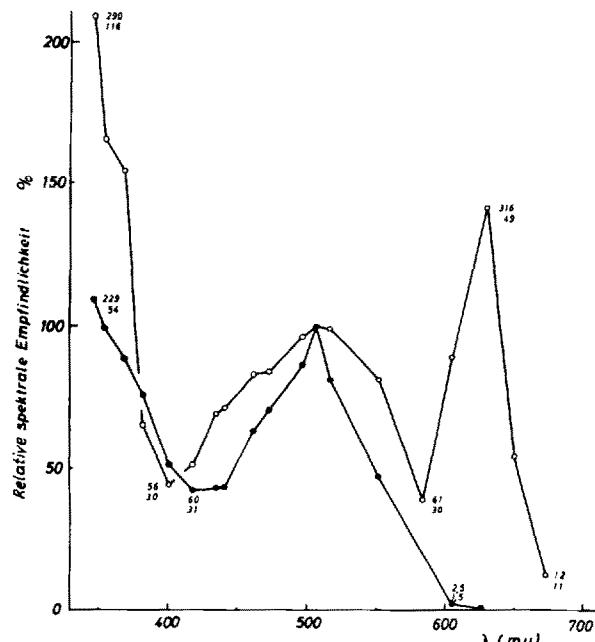


Abb. 1. Relative spektrale Empfindlichkeit von *Calliphora erythrocephala* (○) und *Periplaneta americana* (oberer Augenteil; ●) bei Dunkeladaptation. Relative spektrale Empfindlichkeit: Reziprok-werte derjenigen Quantenzahlen, die als Einzelreiz Ein-Effekte gleicher Höhe erzeugen, in Prozent des Maximums bei 507 mμ. Mittel der Werte aus 7 bzw. 6 Versuchen, deren Variabilität durch die angeschriebenen Extrema demonstriert wird.

Als Lichtreizgerät diente ein Doppelinterferenzfilter-Monochromator mit einer Xenonlampe als Lichtquelle⁴. Es wurden Fliegen (*Calliphora erythrocephala*, Wildform⁵) und Schaben (*Periplaneta americana*, nur oberer Augenteil) untersucht, deren spektrale Empfindlichkeitsverteilung im für uns sichtbaren Spektrum bekannt ist⁶. Die sonstigen Versuchsbedingungen entsprechen im wesentlichen den Angaben dieser Autoren.

¹ Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

² V. J. WULFF, Physiol. Rev. 36, 145 (1956).

³ K. DAUMER, Z. vgl. Physiol. 38, 413 (1956), dort weitere Literatur.

⁴ E. DOOT, *Elektroretinographic*, Hamburger Symposion 1956, Bibl. Ophthal. 48, 32 (1956).

⁵ Die Versuchstiere verdanken wir Herrn Prof. Dr. H. AUTRUM (Zoologisches Institut, Universität Würzburg).

⁶ H. AUTRUM und H. STUMPF, Z. vgl. Physiol. 35, 71 (1953). – J. B. WALther, im Druck (1957).

Einen Überblick über die Ergebnisse unter Dunkeladaptations-Bedingungen gibt Abbildung 1. Das Auge von *Calliphora* zeigt in drei, das von *Periplaneta* in zwei Wellenlängenbereichen besonders hohe Werte der relativen spektralen Empfindlichkeit. Bei beiden Tierarten liegt jeweils einer dieser Bereiche im UV, wo die höchste Empfindlichkeit bei $347 \text{ m}\mu$, also am kurzweligen Ende des verfügbaren Spektrums gefunden wird; so kann ein Maximum dort noch nicht angegeben werden. Bei *Calliphora* ergeben sich daneben: ein Maximum im blau-grünen Spektralbereich, das in den einzelnen Versuchen mit 497 bis $517 \text{ m}\mu$ etwa in der Mitte der bisher angegebenen Extreme⁷ liegt, und ein Maximum im Rot, das bei $630 \text{ m}\mu$ mit dem bekannten Wert⁸ zusammenfällt.

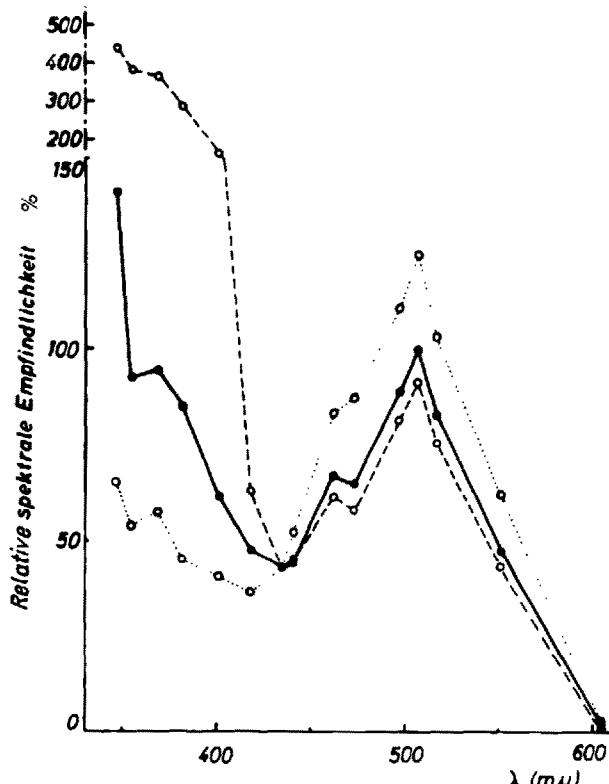


Abb. 2. Relative spektrale Empfindlichkeit des oberen Augenteils von *Periplaneta americana* bei Dunkeladaptation (—) und monochromatischer Helladaptation (mit $341 \text{ m}\mu$: - - - ; mit $630 \text{ m}\mu$: - - - -) beim gleichen Tier. Die Adaptationslichter wurden als Dauerlicht zusätzlich zu den Einzelreizen geboten. Die bei Helladaptation gemessenen Kurven sind mit der Dunkeladaptationskurve bei $435 \text{ m}\mu$ zur Deckung gebracht.

Die relativen Höhen dieser beiden Maxima und die der hier bestimmten UV-Empfindlichkeit sind von Versuch zu Versuch und beim gleichen Tier je nach Reizintensität ausserordentlich variabel. Dabei wird für das Rot-Maximum die bekannte Abnahme bei sinkender Intensität beobachtet⁹, die Höhe der UV-Sensitivität lässt sich dagegen nicht in eindeutige Beziehung zu den anderen Spektralbereiche bringen. Bei *Periplaneta* bestätigen die hier oberhalb $400 \text{ m}\mu$ angegebenen Werte die Kurve bei¹⁰; Prüfung im Rot bis $673 \text{ m}\mu$ schliesst einen Wiederanstieg dort aus.

⁷ H. AUTRUM und H. STUMPF, Z. vgl. Physiol. 35, 71 (1953).
G. SCHNEIDER, Z. vgl. Physiol. 39, 1 (1956).

⁸ H. AUTRUM und H. STUMPF, Z. vgl. Physiol. 35, 71 (1953).

⁹ H. AUTRUM, Biol. Zbl. 74, 515 (1955).

¹⁰ J. B. WALTHER, J. of Insect Physiol., im Druck (1957).

Auf Grund von Versuchen mit selektiver Adaptation war früher im oberen Augenteil von *Periplaneta* die Existenz von zwei unabhängigen Rezeptoren nachgewiesen und das spektrale Empfindlichkeitsmaximum des einen im UV angenommen worden¹⁰. Das Zutreffen dieser Vermutung wird durch unsere Ergebnisse weiter sehr gestützt: Monochromatische Helladaptation mit $341 \text{ m}\mu$ vermindert die spektrale Empfindlichkeit im UV, Adaptation mit $630 \text{ m}\mu$ lässt den langwelligen Teil der Empfindlichkeitskurve absinken. Die übrigen Teile der Kurve verhalten sich jeweils entgegengesetzt (Abb. 2). Bei Fliegen ist ähnliches beschrieben worden¹¹, doch bleibt bei *Calliphora* unter unseren Versuchsbedingungen die spektrale Empfindlichkeitskurve bei monochromatischer Helladaptation unverändert.

Die bekannten Befunde und die hier neu erhobenen¹² über die spektrale Empfindlichkeit im UV und ihre Unabhängigkeit von jener im längerwelligen Spektrum legen folgende Schlüsse nahe: Die UV-Sensitivität beider Tierarten kann nicht auf Absorptionscharakteristika von Schutzpigmenten oder auf Fluoreszenz der Augenmedien zurückgeführt werden. Ebenso wenig kann man sie dem β -Band eines sensiblen Pigmentes zuschreiben, dessen α -Band im gleichen Rezeptortyp für ein Maximum im längerwelligen Bereich verantwortlich ist¹³. Somit dürfte die hohe Empfindlichkeit dieser Insektaugen im UV auf sensiblen Pigmenten beruhen, deren Absorption im mittel- und langwelligen Spektralbereich keine wesentliche Rolle spielt.

Während beim Menschen spektrale Lichter fehlen, die dem Spektralbereich zwischen 490 und $560 \text{ m}\mu$ komplementär sind, wird bei Insekten auf Grund von Verhaltensversuchen Ultraviolett als komplementär zu Lichten dieses Bereiches (Blaugrün) angenommen¹⁴. Ob die hier elektrophysiologisch demonstrierte Blaugrün/UV-Dichromasie diese Ansicht stützen kann, bleibt abzuwarten.

J. B. WALTHER und E. DODT

W.G. Kerckhoff-Herzforschungsinstitut der Max-Planck-Gesellschaft, Bad Nauheim, den 17. April 1957.

Summary

Using the electroretinogram, the relative spectral sensitivity of the compound eye of the cockroach *Periplaneta americana* and the fly *Calliphora erythrocephala* has been measured between 347 and $673 \text{ m}\mu$. Besides the well known sensitivity distribution for spectral lights between red and blue, a further rise of sensitivity is demonstrated in the violet and ultraviolet part of the spectrum, reaching the highest value at the shortest wavelength available. Using selective adaptation (*P. am.*) and different stimulus intensities (*C. er.*), sensitivities for ultraviolet light were shown to be independent from those in the remaining part of the spectrum. Thus, more than one photopigment are assumed to be present in these eyes, one of them responsible for vision in the ultraviolet.

¹¹ K. O. DONNER und G. KRISZAT, Ark. Zool. 42A, 1 (1949).

¹² Ein Vergleich mit den Ergebnissen der bisherigen Verhaltensversuche ist schwierig, da diese zumeist an Bienen angestellt wurden. Für elektrophysiologische Versuche sind Bienen jedoch weniger geeignet. So gelang es hier lediglich, die relative spektrale Empfindlichkeitskurve von einem Tier zufriedenstellend zu ermitteln: Auch sie steigt im UV deutlich an.

¹³ G. WALD, Amer. J. Ophthal. 40, 18 (1955).

¹⁴ A. KÜHN, Z. vgl. Physiol. 5, 762 (1927). — K. DAUMER, Z. vgl. Physiol. 38, 413 (1956).