

Experimenten wiederholt ein Zusammenhang zwischen Verschmelzungsfrequenz und Adoptionszustand der Netzhaut beschrieben¹. Auch bei der elektroretinographischen Untersuchung zeigt sich diese mit zapfenüberschwelligen Lichtreizen während der Dunkeladaptation beobachtete Senkung der Fusionsfrequenz, insfern ein mit der Dauer der Dunkeladaptation sich verlängernder «non-flickering-part» im ERG nachweisbar ist². Der hierdurch bedingten Senkung der Fusionsfrequenz bei Verwendung zapfenüberschwelliger Lichtreize steht eine Steigerung der Fusionsfrequenz während der Dunkeladaptation gegenüber, sobald man Lichtreize verwendet, die gerade stäbchenüberschwellig sind. Der dabei festzustellende Anstieg der Fusionsfrequenz ist beträchtlich und entspricht größenordnungsmässig einer Sensitivitätszunahme der Netzhaut in den ersten 20 min um etwa das 100fache.

E. DODT

Physiologisches Institut der Universität Freiburg i. Br., den 17. Mai 1954.

Summary

Some recent experimental results on retinal flicker and fusion are presented. The use of flicker electroretinography provides an objective and quantitative method of testing rod and cone function independently. The results in human normal and diseased eyes are in full agreement with the duality theory of vision. The flicker fusion-intensity relation for man, cat, guinea pig, pigeon, frog, and gecko shows different values for (i) the maximum fusion frequencies within the cone and the rod system, (ii) the intensity level required to produce cone and rod flicker response. Records from single retinal ganglion cells in the cat's eye show fusion frequencies to be related to the initial spike frequency during slow flicker.

¹ M. SCHATERNIKOFF, Z. Psychol. Physiol. Sinnesorg. 29, 241 (1902). — R. J. LYTHGOE und K. TANSLEY, Proc. Roy. Soc. B 105, 60 (1929).

² E. DODT und J. HECK, Pflügers Arch. 259, 212 (1954).

1. Tier normal, Wände des Aquariums senkrecht schwarz-weiss gestreift;
2. Beide Augenstiele mit schwarzem Lack verklebt;
3. Tier normal, Umgebung völlig homogen, diffuses Licht von oben.

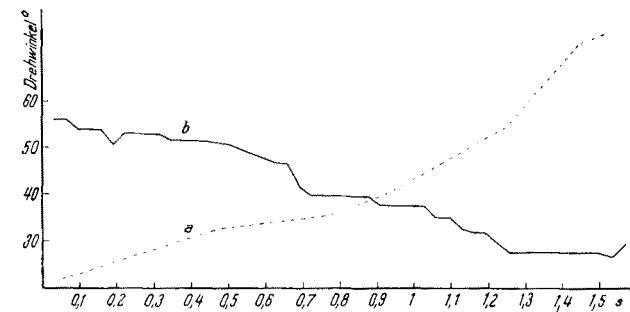


Abb. 1. Augenstielbewegungen von *Carcinus maenas* in gegliederter Umgebung. *a* ---- Drehung des Tieres um seine Hochachse; *b* — Bewegungen des rechten Augenstiels. Tier läuft nach links, dreht sich nach rechts, rechter Augenstiel wird nach links bewegt. Ordinate: Drehungswinkel, Abszisse: Zeit in Sekunden.

Carcinus maenas lief in einem Aquarium von 1 m² Bodenfläche und 25 cm hohen Wänden. An einem (oder an beiden) Augenstieln wurde eine feine Borste befestigt, eine weitere Borste am Carapax. Die Filmaufnahmen wurden mit einer Bolex-Schmalfilmkamera 16 mm gemacht, die das Institut für Film und Bild in Göttingen

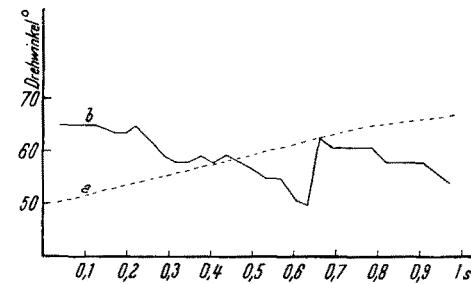


Abb. 2. Augenstielbewegungen von *Carcinus maenas* in gegliederter Umgebung. *a* ---- Drehung des Tieres um seine Hochachse; *b* — Drehung des Augenstiels zum Körper. Tier läuft nach rechts, dreht sich nach rechts, rechter Augenstiel bewegt sich langsam nach links, dann kurzer Schlag nach rechts. Ordinate: Drehungswinkel, Abszisse: Zeit in Sekunden.

uns freundlicherweise überlassen hatte. Wir möchten dem Institut auch an dieser Stelle unseren herzlichen Dank aussprechen. Die Filmaufnahmen wurden durch Vergrössern der einzelnen Bilder und Messen des Winkels zwischen der Borste am Augenstiel und der Borste am Carapax ausgewertet.

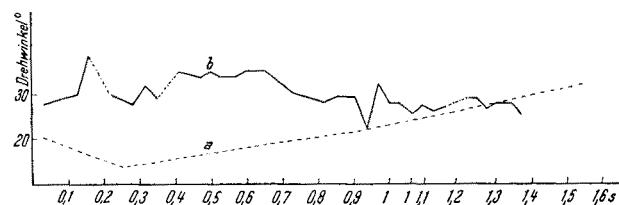


Abb. 3. Augenstielbewegungen von *Carcinus maenas*, Tier geblendet. *a* ---- Drehung des Tieres um seine Hochachse; *b* — bewegung des Augenstiels. -.-.- Bilder nicht auswertbar. Ordinate: Drehungswinkel, Abszisse: Zeit in Sekunden.

¹ W. v. BUDDENBROCK und INGRID MOLLER-RACKE, Exper. 8, 392 (1952); 9, 191 (1953). — S. DIJKGRAAF, Exper. 9, 112 (1953); 9, 387 (1953).

² H. WOLTER, Zoolog. Jb. 56, 581 (1936).

³ F. TONNER, Z. vgl. Physiol. 25, 427 (1938).

Unsere früheren Beobachtungen, die wir in dieser Zeitschrift beschrieben haben, wurden durch den Film bestätigt. In einer gegliederten Umgebung (Anordnung 1) drehen sich die Augenstiele von *Carcinus maenas* bei spontaner Drehung des Tieres um seine Hochachse in entgegengesetztem Sinne. In den Abbildungen 1 und 2 haben wir die Messungen von zwei Versuchsserien dieser Anordnung graphisch dargestellt. Gemessen wurde 1. der Drehwinkel des Augenstiel zur Körperachse; 2. die Drehung des Tieres zur Umgebung. Wie Kurve 1a zeigt, dreht sich das Tier um 48° nach rechts, dabei wird der rechte Augenstiel (Abb. 1b) langsam, in $\sim 1,5$ s um etwa 28° nach links bewegt. In Abbildung 2b wurde die

ausgelöst werden. Waren beide Augen verklebt (Anordnung 2), so wurde der Augenstiel zwar teilweise wieder kompensatorisch bewegt, aber in schwächerem Masse und häufig unterbrochen von unregelmäßigen Spontanbewegungen (Abb. 3 und 4). Diese unregelmäßigen Spontanbewegungen lassen befürchten, dass der Lack, der zur Verklebung der Augen diente, die Reaktion des Tieres störte. Um diesen Einfluss auszuschalten, wurden in der dritten Anordnung die Tiere in völlig homogener Umgebung und bei diffusem Licht, aber ungeblendet beobachtet. Die Abbildungen 5 und 6 zeigen das Verhalten dieser Tiere. In fast noch deutlicherem Masse als im vorhergehenden Versuch zeigt sich, dass die kompensatorischen Augenstielreaktionen bei Ausschaltung des optischen Reizes nur unregelmäßig auftreten. In einigen Fällen wurden sogar die Augenstile mit der Drehung des Körpers bewegt (Abb. 5).

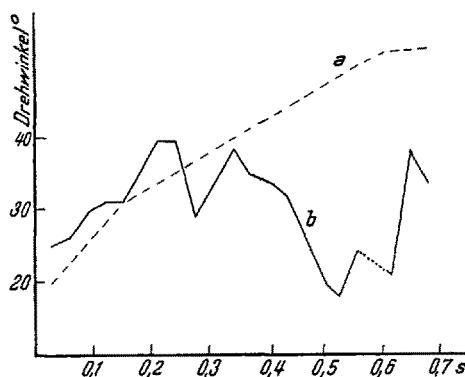


Abb. 4. Augenstielbewegungen von *Carcinus maenas*, Tier geblendet. a ----- Drehung des Tieres um seine Hochachse; b —— Bewegung des rechten Augenstiels. Ordinate: Drehungswinkel. Abszisse: Zeit in Sekunden. -.-.-.- Bilder nicht auswertbar.

langsame und schnelle Phase der kompensatorischen Bewegung der Augenstiele erfasst. Das Tier läuft hier nach rechts und dreht sich nach rechts um etwa 17° . Der rechte Augenstiel wird langsam um etwa 15° nach links bewegt ($0,64$ s), dann kommt ein schneller Rückschlag ($\sim 0,05$ s) nach rechts und wieder eine langsame Bewegung nach links. In 20 ausgewerteten Versuchsserien waren in allen Fällen kompensatorische Augenstielbewegungen dieser Art zu beobachten.

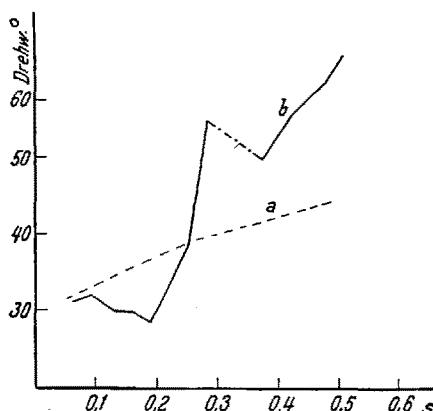


Abb. 5. Augenstielbewegungen von *Carcinus maenas* in diffus beleuchteter Umgebung. a ----- Drehung des Tieres um seine Hochachse; b —— Bewegung des Augenstiels. -.-.-.- Bilder nicht auswertbar. Ordinate: Drehungswinkel, Abszisse: Zeit in Sekunden.

In den weiteren Versuchen sollte nun die Frage geklärt werden, ob diese Augenstielbewegungen optisch

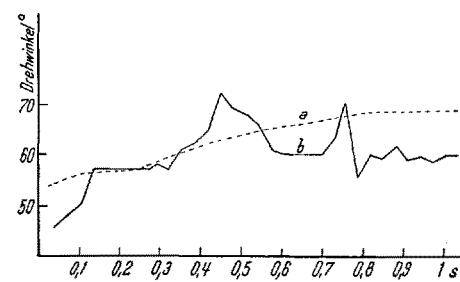


Abb. 6. Augenstielbewegungen von *Carcinus maenas*, in diffus beleuchteter Umgebung. a ----- Drehung des Tieres um seine Hochachse; b —— Bewegung des rechten Augenstiels. Ordinate: Drehungswinkel, Abszisse: Zeit in Sekunden.

Überblickt man die Augenstielbewegungen des normalen Tieres bei schwarz-weiss-gestreifter Umgebung und vergleicht diese mit den Bewegungen bei verklebten Augen oder in völlig homogener Umgebung, so ist deutlich ein Unterschied zu sehen. Hieraus folgt, dass eine optische Komponente, bestehend aus den Reaktionen des Tieres auf die bei seinen Eigenbewegungen auftretenden retinalen Bildverschiebungen, bei *Carcinus* existiert. Andererseits ergibt sich zum Beispiel aus den Kurven 5 und 6, dass ein Rest der kompensatorischen Bewegungen auch nach Blendung bzw. in homogener Umgebung bestehen bleibt. Ob derselbe auf einer intrazentralen Regulierung im Sinne DIJKGRAAFS beruht oder auf einer Erregung der Statocysten oder auf Strömungsreize müssen zukünftige Untersuchungen lehren.

W. v. BUDDENBROCK,
I. MOLLER-RACKE und
F. SCHALLER

Zoologisches Institut der Universität Mainz, den
3. April 1954.

Summary

Carcinus maenas was filmed in normal active movement. When turning actively, *carcinus maenas* showed optomotoric reactions. The reactions were irregular when *carcinus maenas* was blinded or when the environment was homogenous.