

Accordingly, the right limb of chromosome II of *D. willistoni* is homologous with the left limb of chromosome II of *D. melanogaster* (chromosome II is metacentric, so that the terms left and right have little meaning) and *D. pseudoobscura* chromosome IV. *D. willistoni* *Est-5*, located in chromosome II could not be identified with any *D. melanogaster* esterase.

*Odh-1* and *Me-1* of the 3rd chromosome of *D. willistoni* are in the right limb of chromosome III of *D. melanogaster*. This is in agreement with the homology between chromosome III of *D. willistoni* and the right limb of chromosome III of *D. melanogaster*. In *D. pseudoobscura* *Odh* is reported autosomal<sup>3</sup>. We have not been able to establish homologies between the *Lap* loci mapped in the right limb of chromosome III of *D. melanogaster*<sup>17, 20</sup> with *Lap-5* of *D. willistoni*, whereas the autosomal *Lap* of *D. pseudoobscura* undoubtedly is identical with *Lap-5* of *D. willistoni*<sup>21</sup>.

**Zusammenfassung.** Es wurde eine Karte von 13 Chromosomen-Loci für Strukturgene verschiedener Enzyme von *Drosophila willistoni* gegeben. Auf dieser Basis konnten

Homologien zwischen den Chromosomenschenkeln von *D. willistoni*, *D. melanogaster* und *D. pseudoobscura* aufgezeigt werden.

S. LAKOVAARA and A. SAURA<sup>22, 23</sup>

The Rockefeller University,  
New York (N. Y. 10021, USA), 19 August 1971.

<sup>20</sup> E. V. FALKE and R. J. MACINTYRE, *Drosoph. Inf. Serv.* 41, 165 (1966).

<sup>21</sup> J. R. FRANKLIN and W. RUMBALL, *Drosoph. Inf. Serv.* 47, 37 (1971).

<sup>22</sup> Permanent address: Department of Physiological Zoology, University of Helsinki, Arkadiankatu 7, 00100 Helsinki 10 (Finland), and Department of Genetics, P. Rautatiekatu 13, 00100 Helsinki 10 (Finland).

<sup>23</sup> We thank Professors F. AYALA and TH. DOBZHANSKY for help and advice. Research supported by grants from the National Research Council for Sciences of Finland, the University of Helsinki, the Alfred Kordelin Foundation and NSF Grant No. GB 20694.

## Spektrale Phototaxis von Planktonrotatorien

Die Lichtempfindlichkeit niederer Metazoen wird häufig nicht nur über spezialisierte Photorezeptoren gesteuert, sondern auch über einen sogenannten allgemeinen oder dermalen Lichtsinn. Nur in wenigen Fällen ist dieser nicht an Photorezeptoren gebundene Lichtsinn (NPL) in seinem Aktionspektrum und seiner Lokalisation beschrieben und vom Einfluss der Photorezeptoren (PL) isoliert worden<sup>1, 2</sup>. VIAUD<sup>3</sup> vermutete, dass bei Invertebraten die Empfindlichkeit für kurzwelliges Licht (300–420 nm) vom NPL abhängt, während der PL für längerwelliges Licht empfindlich ist. Seit UV-Rezeptoren bei Insekten mit einem eigenem Sehfärbstoff gefunden wurden<sup>4–6</sup> und das Aktionsspektrum eines eindeutig über den NPL gesteuerten Systems mit einem Maximum zwischen 450 und 520 nm bei Orthopteren aufgenommen wurde<sup>7</sup>, trifft die Hypothese von VIAUD für Insekten sicher nicht zu. Wir untersuchten diese Frage an Planktonrotatorien, da einerseits VIAUD vor allem mit diesen Tieren arbeitete, andererseits die Durchsichtigkeit des Körpers dieser Tiere den Einfluss des NPL besonders nahelegt.

Die Versuchstiere *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra remata*, *Filinia longiseta* und *Synchaeta pectinata* wurden mit einem Planktonnetz umliegenden Teichen entnommen, eine Stunde dunkel adaptiert und kurz vor Versuchsbeginn soweit angereichert, dass einige hundert Tiere in die Versuchskammer kamen. Der Versuchsaппarat (Figur 1) besteht aus 2 wassergefüllten Bohrungen, die unter 90° aufeinander treffen und an ihren äusseren Enden mit UV-durchlässigem Plexiglas verschlossen sind. In den einen Schenkel wird über einen Monochromator (Zeiss PMQ II) Spektrallicht eingestrahlt, der andere bleibt dunkel. Die Tiere werden durch eine Einfüllöffnung (EÖ) ausserhalb der beiden Schenkel ohne Turbulenzen zu erzeugen in den Versuchsraum überführt. 10 Min. nach Freisetzen der Tiere wird das äussere Drittel jedes Schenkels mit einem Schieber abgetrennt und die Zahl der Tiere in den beiden äusseren Schenkelteilen und im übrigen Versuchsraum unter dem Planktonmikroskop ausgezählt. Als Mass für die phototaktische Reaktion gegenüber 9 verschiedenen Wellenlängen (360, 390, 440, 480, 520, 580, 650, 700, 750 nm) mit je 8 verschiedenen Intensitätsstufen (100; 54; 10; 5,4; 1; 0,1; 0,05; 0,014%) wird der Prozentsatz der Tiere im beleuchteten Schenkel (100% = Zahl der ein-

gesetzten Tiere) bestimmt. Die Messung des Strahlungsflusses erfolgte unter Berücksichtigung der vorgeschalteten Medien am Treffpunkt der beiden Schenkel. Angegeben wird der Strahlungsfluss in relativen Quantenzahlen (RQZ). Die Messungen wurden mit einem UV-empfindlichen Senelement durchgeführt, das mehrmals gegen eine kompensierte Thermosäule geeicht wurde.

*Asplanchna*, *Filinia* und *Polyarthra* verhalten sich positiv phototaktisch: für alle Wellenlängen findet man ansteigende Intensitätskennlinien, die sich in einem halb-logarithmischen Koordinatensystem (Ordinate: Reaktion, Prozent der Tiere im beleuchteten Schenkel; Abszisse: Logarithmus des Strahlungsflusses in RQZ) oberhalb eines Schwellenwertes mit Regressionsgeraden beschreiben lassen. Aus diesen Intensitätskennlinien wurde die spektrale Empfindlichkeit bestimmt: Der Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit einer bestimmten Reaktionsstärke (z.B. 20%) führt je Testwellenlänge zu Strahlungsflussgrössen in RQZ, deren Kehrwert die Empfindlichkeit für die jeweilige Testwellenlänge angibt. Figur 2 zeigt das Ergebnis für *Asplanchna*, *Filinia* und *Polyarthra*. *Synchaeta* reagierte nicht phototaktisch.

*Asplanchna* und *Polyarthra* haben einen breiten Grün-Gelb-Gipfel ( $\lambda_{\max}$  zwischen 520 und 580 nm) und ein Blau-maximum ( $\lambda_{\max}$ : 440 nm). Die Minima bei 400 und 390 nm sind in beiden Fällen signifikant von den Maxima verschieden ( $p > 0,01$ ,  $\chi^2$ -Unabhängigkeitstest<sup>9</sup>). Der steile Abfall zu längeren Wellenlängen hin liegt zwischen 700

<sup>1</sup> D. KENNEDY, in *Photophysiology* (Ed. A. C. GIESE, Academic Press, New York, London 1964), vol. 2, p. 79.

<sup>2</sup> E. D. CLARK and C. KIMELDORF, *Nature*, Lond. 227, 856 (1970).

<sup>3</sup> G. VIAUD, *Experientia* 4, 81 (1948).

<sup>4</sup> H. J. AUTRUM und V. v. ZWEHL, *Z. vergl. Physiol.* 48, 357 (1964).

<sup>5</sup> M. J. MOTE and T. H. GOLDSMITH, *J. exp. Zoo.* 173, 137 (1970).

<sup>6</sup> M. GOGALA, K. HAMDORF und J. SCHWEMER, *Z. vergl. Physiol.* 70, 410 (1971).

<sup>7</sup> A. C. NEVILLE, *J. Insect Physiol.* 13, 933 (1967).

<sup>8</sup> H. J. AUTRUM und G. KOLB, *Z. vergl. Physiol.* 60, 450 (1968).

<sup>9</sup> E. WEBER, *Grundriss der biologischen Statistik* (G. Fischer, Jena, 1961).

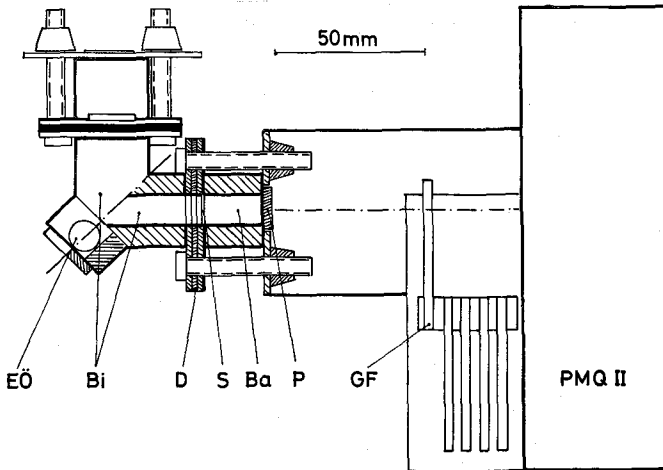


Fig. 1. Konstruktionsskizze des Versuchsaufbaues. Links Y-förmiger Versuchsapparat, rechts Monochromator Zeiss (PMQ II) und Quarzglasraufilter (GF). EÖ, Einfüllöffnung; B, wassergefüllte Bohrung ( $\varnothing$  10 mm, 50 mm lang), die unter 90° aufeinander treffen und innen matt schwarz gestrichen sind; D, Pressdichtung mit (S) Schieber; Ba, äusseres Drittel der Bohrung als abnehmbare Kammer; P, UV-durchlässiges Plexiglasfenster.

und 750 nm. *Filinia* dagegen hat im sichtbaren Spektralbereich nur ein breites Maximum bei 440–480 nm und einen um etwa 150 nm zum kurzwelligen hin verschobenen Abfall. So ist die Empfindlichkeit für ein Reizlicht von 650 nm bei *Asplanchna* und *Polyarthra* halb so gross, bei *Filinia* aber um 4 log-Einheiten niedriger als die grösste Empfindlichkeit. Bei allen 3 Arten steigt die Empfindlichkeit im UV erneut an. Neuere Experimente<sup>10</sup> weisen für *Asplanchna* nach, dass dieser Anstieg zu einem Maximum bei 365 nm führt.

Damit ist nachgewiesen, dass die phototaktische Reaktion nicht nur auf den sichtbaren Bereich beschränkt ist, wie früher vermutet wurde<sup>3</sup>. Die Registrierung der

Schwimmbahn einzelner *Asplanchna* im Reizfeld der Spektrallichter ergab keine grundsätzlich verschiedenen Orientierungsformen unterhalb und oberhalb von 400 nm. Dies wäre zu erwarten, wenn z.B. das Blau- und Grünmaximum auf ein Sehpigment in den Ocellen, das UV-Maximum aber auf ein NPS-System zurückginge. Da *Asplanchna priodonta* 2 Ocellentypen<sup>11</sup> (1 Paar am Cingulum, 1 unpaarer Ocellus am Gehirn) und *Filinia* 2 verschiedene, aber dicht beeinanderliegende Ocellen aufweist, bleibt zu fragen, ob die verschiedenen Ocellen gleiche Sehpigmente aufweisen. In weiteren Experimenten wird geprüft, ob die nachgewiesenen Maxima auf verschiedene Pigmentsysteme möglicherweise in den verschiedenen Ocellen zurückgehen.

In den eutrophen Tieflandgewässern, aus denen wir die Rotatorien entnahmen, fällt infolge der hohen Phytoplanktonkonzentration der Lichtanteil im Orange-Rot-Bereich (>580 nm) mit der Tiefe sehr stark ab<sup>12,13</sup>. *Asplanchna* und *Polyarthra* bevölkern vor allem die oberen Wasserschichten. Die kaltstenotherme *Filinia* tritt im Sommer dagegen nur in grösseren Tiefen auf<sup>13</sup>, in denen der Rotanteil des Lichtes unter 1% des auffallenden gesunken ist. Die unterschiedliche Lage der Empfindlichkeitsabnahme im Langwelligen kann daher als ökologische Anpassung verstanden werden.

**Summary.** The spectral sensitivity of 3 species of planktonic Rotatoria (*Asplanchna priodonta*, *Polyarthra remata*, *Filinia longiseta*) were measured by means of the positive phototactic reaction. *Asplanchna* and *Polyarthra* both have a broad maximum sensitivity range around 540 nm and a near maximum at 440 nm. In the UV direction (to 360 nm) the spectral sensitivity increases. In contrast, *Filinia* has only a maximum of 460 nm in the visible spectrum, but behaves similarly to the other species in the UV region. The ecological significance of these results is discussed, as well as their bearing on a possible dermal light sense.

R. MENZEL und F. ROTH

Zoologisches Institut der Technischen Hochschule,  
Schnittspahnstr. 3, D-61 Darmstadt (Deutschland),  
1. September 1971.

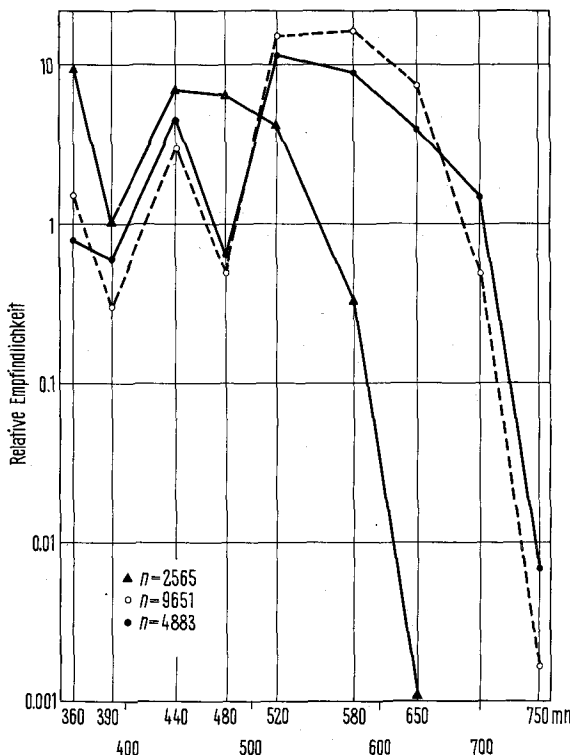


Fig. 2. Spektrale Phototaxis von ○, *Asplanchna priodonta*; ●, *Polyarthra remata*; ▲, *Filinia longiseta*. Abszisse: Testwellenlänge, Ordinate: relative Empfindlichkeit logarithmisch aufgetragen (vergl. Text). n, Zahl der geprüften Tiere.

<sup>10</sup> R. MENZEL und H. HERTEL, in Vorbereitung.

<sup>11</sup> R. NACHTWEY, Z. wiss. Zool. 126, 240 (1925).

<sup>12</sup> F. RUTTNER, Grundriss der Limnologie (De Gruyter, Berlin 1962).

<sup>13</sup> R. MENZEL, Arch. Hydrobiol. 65, 100 (1968).