

Substance	Bacterial virus (Exposed for 5 min)		<i>E. coli</i> (Exposed for 5 min)		<i>E. coli</i> (Exposed for 3 h)		50% serum	
	Virucidal in conc.	Non- virucidal in conc.	Bacteri- cidal in conc.	Non-bac- tericidal in conc.	Bacteri- cidal in conc.	Non-bac- tericidal in conc.	Precip. by conc.	Not precip. by conc.
Acerin	1:25,600	1:51,200		1:100		1:100	1:200	1:400
Mimosa	1:25,600	1:51,200		1:100	1:100	1:100	1:1,600	1:3,200
Myrobalans	1:3,200	1:6,400		1:100		1:100	1:200	1:400
Spruce bark extract (Picea excelsa) . . .	1:6,400	1:12,800		1:100		1:100	1:800	1:100
Sumac (Rhus coriaria)	1:6,400	1:12,800		1:100		1:100	1:100	1:1,600
Oak wood extract (Quercus robur)	1:3,200	1:6,400		1:100		1:100	1:100	1:200
Gambier	1:800	1:1,600		1:100		1:100	1:100	1:100
Chestnut wood extract (Aesculus)	1:6,400	1:12,800		1:100		1:100	1:100	1:200
Valonia extract	1:1,600	1:3,200		1:100		1:100	1:100	1:100
Ground Canaigre root	1:51,200	1:102,400		1:100		1:100	1:800	1:1,600
Quebracho	1:25,600	1:51,200		1:100		1:100	1:800	1:1,600
Sulphited quebracho	1:12,800	1:25,600		1:100		1:100	1:200	1:400
Konnan bark extract (Cassia Pistula) . . .	1:1,600	1:3,200		1:100	1:100	1:200	1:400	1:800
Divi Divi extract (Caesalpina coriaria) . .	1:400	1:800		1:100		1:100	1:800	1:1,600
Avaram bark extract (Cassia Auriculata) .	1:1,600	1:3,200		1:100	1:400	1:800	1:800	1:1,600
Babul bark extract	1:51,200	1:102,400		1:100	1:200	1:400	1:400	1:800
Powdered Canaigre extract	1:25,600	1:51,200		1:100		1:100	1:800	1:1,600
Tannic acid	1:25,600	1:51,200		1:100		1:100	1:800	1:1,600
“Desivon” (Astra)	1:800	1:1,600	1:12,800	1:25,600			1:3,200	1:6,400
Hg Cl ₂	1:800	1:1,600	1:12,800	1:25,600			1:400	1:800

Results. As shown in the Table, all the tannins in investigated had a considerable effect on the bacterial virus. Death occurred after exposure for 5 min to tannins in concentrations between 1:50,000 and 1:400.

On the other hand, none of the tannins had a bactericidal effect on the host cell after exposure for 5 min. With an exposure time of 3 h the great majority of the tannins had no bactericidal effect in a dilution of 1:100, which was the lowest concentration tested.

The tannins thus combined a strong lethal effect on the bacterial virus with a slight bactericidal action, or none at all, on the host cell. In similarity to acerin, a particularly powerful virucidal effect was exhibited by some of the tannins, i.e., Mimosa, ground Canaigre root, powdered Canaigre extract, Quebracho, Babul bark extract and tannic acid.

Discussion. In reviewing the literature on the action of disinfectants and other substances on phage, one of us (G.F.) pointed out that D'HERELLE had long since found quinine-containing culture media to have a definite phagical effect, ridding the host strain growing on them of its phage. The same goal can apparently be reached with the use of certain vegetable tannins in low concentrations instead of quinine. Consequently, further detailed tests are indicated to ascertain whether or not vegetable tannins can be used to destroy phagal contaminations in bacterial cultures.

It is also interesting to speculate on the extent to which the vegetable tannins are able to exert a protective action against viral infections in the plants, similar to the virucidal effect on the *E. coli* phage demonstrated in the present experiments.

G. FISCHER, S. GARDELL, and E. JORPES

Department of Hygiene and the Chemistry Department, Karolinska Institutet, Stockholm, February 23, 1954.

Zusammenfassung

Die viruzide Wirkung von Extrakten aus Ahornsamen auf Coli-Bakteriophagen ist durch Tannine bedingt. Verschiedene Gerbstoffe zeigen einen zum Teil sehr starken virushemmenden Effekt, wobei nur das extrazelluläre Virus angegriffen wird. Wahrscheinlich handelt

es sich um eine Gerbwirkung auf das Protein des Virus.

Die pflanzlichen Gerbstoffe tragen vermutlich dazu bei, die Pflanzensaft virusfrei zu halten.

Ergebnisse der Flimmer-Eleketroretinographie¹

Das Bestreben, zu Untersuchungsmethoden zu gelangen, die unabhängig von den Angaben oder dem Verhalten des Versuchsstoffes den Reizerfolg aufzuzeichnen gestatten, hat bei der Netzhaut dazu geführt, die auftretenden Aktionspotentiale zu registrieren. Von den hierzu entwickelten Verfahren erlaubt die bei plötzlicher Belichtung bzw. Verdunklung ableitbare Veränderung des korneo-retinalen Ruhepotentials einen Einblick in die retinale Durchschnittsaktivität, während bei Ableitung von Fasern des *Nervus opticus*² oder von Retinanganglienzellen³ das Verhalten einzelner Netzhautelemente studiert werden kann. Da beim Menschen nur die erstgenannte Methode anwendbar ist, konnten hier bisher nur solche Funktionen geprüft werden, die die Erregungen grösserer Teile der Netzhaut wiedergeben. Genauere Untersuchungen des Gesichtsfeldes oder der Sehschärfe gestalten sich daher mit dieser Methode recht schwierig, während sich zum Beispiel der Verlauf der Dunkeladaptation sehr wohl darstellen lässt⁴. Trotz dieser Einschränkungen erscheint die Methode des Elektroretinogramms (ERG.) durchaus noch erweiterungsfähig. So lässt sich bei Verwendung intermittenter Lichtreize zeigen, dass die Stäbchen- und Zapfenaktivität der Säugetiernetzhaut sowohl qualitativ (an der Form der auftretenden Aktionspotentiale) als auch quantitativ (durch Bestimmung der Verschmelzungsfrequenz) unterschieden werden kann⁵.

¹ Auszug aus der von der Med. Fakultät der Universität Freiburg i. Br. angenommenen Habilitationsschrift.

² H. K. HARTLINE, Amer. J. Physiol. 113, 59 (1935).

³ R. GRANIT, *Sensory Mechanisms of the Retina* (Oxford University Press, New York 1947).

⁴ G. KARPE und K. TANSLEY, J. Physiol. 107, 272 (1948).

⁵ E. DODT, Nature 168, 738 (1951). – E. DODT und L. WADENSTEN, Acta Ophthalm. 32, 165 (1954).

Maximale Verschmelzungsfrequenzen im ERG. bei intermittierender Lichtreizung. St. = Stäbchen, Z. Zapfen.

Tierart	Maximale Fusionsfrequenz (Lichtreize/s)	Intensität (Lux)	Adaptationszustand	Autor
Mensch St.	20	4	Helladaptation	DODT und WADENSTEN (1954)
Mensch Z.	65-70	200	Helladaptation	
Meerschweinchen St.	30	2000	Helladaptation	DODT und WIRTH (1953)
Meerschweinchen Z.	45-50	8000	Helladaptation	DODT und HECK (1954)
Gecko St.	20	1300	Helladaptation	DODT und HECK (1954)
Frosch Z.	48	1500	Helladaptation	DODT und WIRTH (1953)
Taube Z.	143	4000	Helladaptation	DODT und ENROTH (1954)
Katze St.	30	100	Helladaptation	
Katze Z.	70	2000	Helladaptation	DODT und HECK (1954)
Katze St.	(83)	(4000)	Helladaptation	
Katze St.	27	1	Dunkeladaptation	DODT und HECK (1954)

Von 0,2 bis 4 Lux besteht das menschliche Flimmer-ERG. aus einer Folge glatt-wellenförmiger Potentiale («skotopische Komponente des ERG.»¹), die bei Belichtungsfrequenzen von 11/s bis 20/s verschmelzen. Dagegen zeigen die einzelnen Flimmerpotentiale oberhalb 20 Lux polyphasische Konfiguration und sägezahnähnliches Aussehen («photopische Komponente des ERG.»). Mit diesem Potentialtyp werden – je nach Lichtstärke – Fusionsfrequenzen von 25/s bis 70/s erhalten. Zwischen 5 und 20 Lux sind skotopische und photopische Potentiale nebeneinander nachweisbar, die bei ganz verschiedenen Belichtungsfrequenzen Fusion zeigen. Die über dem Logarithmus der Lichtintensität aufgetragene Verschmelzungsfrequenz (Abb. 2) zeigt den gleichen diskontinuierlichen Kurvenverlauf, der in subjektiv-sinnesphysiologischen Untersuchungen gefunden wurde^{2,3}. Zusammen mit den Befunden an pathologisch veränderten menschlichen Netzhäuten ergibt sich dabei eine schöne Gelegenheit, die Richtigkeit der Duplicitätslehre darzulegen: 1. *Totale Farbenblindheit*⁷. Hier findet sich ein normales skotopisches Flimmer-ERG., während photopische Potentialformen vollständig fehlen. Mit Anstieg der Lichtintensität von 0,2 auf 60 Lux nimmt die Fusionsfrequenz zunächst von 11/s auf 18/s zu, weitere Intensitätssteigerung dagegen zeigt einen Abfall derselben, bis schliesslich oberhalb 300 Lux überhaupt kein Flimmerpotential mehr ableitbar ist. Letzterer Befund zeigt an, dass die Stäbchen der menschlichen Netzhaut unter den Bedingungen des reinen Tagessehens nicht am Sehvorgang teilnehmen (womit auch die dem Achromaten eigene Lichtscheu erklärt wird). 2. *Kongenitale Hemeralopie*⁸. Hier zeigt sich ge-

rade das Umgekehrte: Während das skotopische ERG. fehlt, sind bei höheren Lichtstärken photopische Flimmerpotentiale mit hoher Fusionsfrequenz nachweisbar. Für den Gebrauch des ERG. in der Klinik ist fernerhin wichtig, dass aus dem Ausfall des ERG. bei Einzelbelichtung keine Vorhersage über die Aktivität des Zapfenapparates getroffen werden kann (Abb. 1): Bei normaler Antwort auf Einzelbelichtung kann das mittels der Flimmermethode geprüfte photopische Potential völlig fehlen (totale Farbenblindheit), andererseits kann trotz fehlendem Potential auf Einzelreiz die photopische Flimmerantwort durchaus nachweisbar sein (Fall klinischer Netzhautablösung). Schliesslich kann neben fehlendem skotopischem Potential auch das photopische Flimmer-ERG. völlig ausgelöscht sein (Fälle von Retinitis pigmentosa).

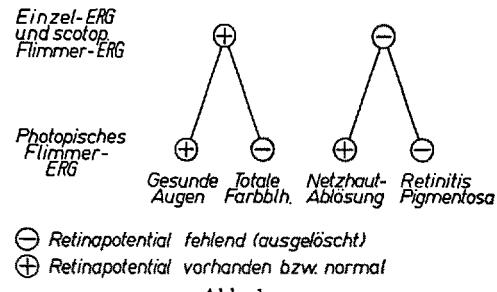


Abb. 1.

Vergleichende Untersuchungen an verschiedenen Wirbeltiernetzhäuten bestätigen die Ansicht, dass eine hohe Fusionsfrequenz stets mit Zapfen-, eine niedrige dagegen meist mit Stäbchenaktivität korreliert werden muss. Immerhin zeigt die maximale Verschmelzungsfrequenz bei verschiedener Spezies auch bei gleichem

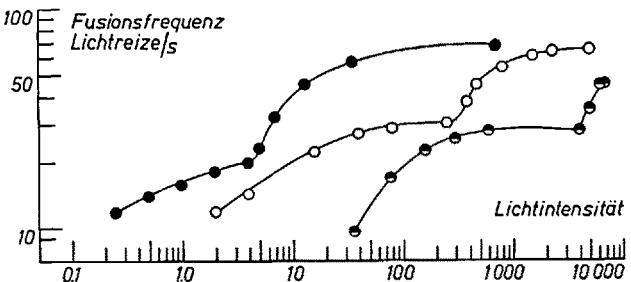


Abb. 2. Graphische Beziehung der Fusionsfrequenz (Lichtreize/s) im ERG. zur Lichtintensität (Lux) für die menschliche Netzhaut (gefüllte Kreise) sowie für jene der Katze (offene Kreise) und jene des Meerschweinchens (halbgefüllte Kreise). Alle Bestimmungen nach medikamentöser Pupillenerweiterung.

¹ E. D. ADRIAN, J. Physiol. 105, 24 (1946).

² S. HECHT, S. SHLAER und E. L. SMITH, Cold Spring Harbor Symp. 3, 237 (1935).

³ Bei einer Untersuchung der Frage, inwieweit subjektive und ERG.-Fusionsfrequenz einander entsprechen, fanden MONNIER und BABEL⁴ bei Simultanuntersuchungen in den zentralen Netzhautbezirken stets eine höhere subjektive Verschmelzungsfrequenz. Ihr Befund, dass auch die bei fovealer Reizung abgeleiteten Potentiale dem skotopischen Typ zugehören, während die subjektiven Fusionsfrequenzen auf photopische Funktion hinweisen, zeigt erneut, dass die subjektive Reizschwelle deutlich unter der ERG.-Schwelle liegt⁵. Dagegen lag in den peripheren Bezirken der Netzhaut die subjektive Fusion nur am wenigsten höher als im ERG., was in Anbetracht der beiden Bestimmungen zugrunde liegenden verschiedenen Kriterien⁶ nicht weiter erstaunlich erscheint.

⁴ M. MONNIER und J. BABEL, Helv. Physiol. Acta 10, 42 (1952).

⁵ G. KARPE und K. TANSLEY, J. Physiol. 107, 272 (1948).

⁶ E. DODT und CH. ENROTH, Acta Physiol. Scand. 30, 375 (1954).

⁷ E. DODT und L. WADENSTEN, Acta Ophthalm. 32, 165 (1954).

⁸ H. BORNSCHEIN und G. SCHUBERT, Z. Biol. 106, 229 (1953).

Rezeptortyp starke Schwankungen (Tabelle). Für die Zapfennethäute dürften hierbei wohl Verschiedenheiten der nervösen Struktur eine Rolle spielen. So weicht bei der Taube im Vergleich zur menschlichen Netzhaut die Konvergenz der spezifischen Sehzellen zu den Retinaganglienzellen in der Netzhautperipherie viel weniger von jener in der Fovea ab: Das Verhältnis *äussere Körner: Ggl. optic.* ist in der menschlichen Fovea mit 1,09 nur um weniges grösser als bei der Taube (1,00), während der entsprechende Wert schon 6 mm weiter zur Netzhautperipherie beim Menschen 80, bei der Taube dagegen nur 2,4 beträgt¹. Die abnorm hohe Verschmelzungsfrequenz bei der Taube ist darüber hinaus von Interesse, da auch das räumliche Auflösungsvermögen einiger Tagvögel jenes des Menschen um das 2-5fache übertrifft² und weil die Beziehung der Sehschärfe und der Unterschiedsschwelle zum Logarithmus der Lichtintensität prinzipiell den gleichen Verlauf zeigt wie die Beziehung der Fusionsfrequenz zum Logarithmus der Lichtintensität³, die der Prüfung mit dem ERG. ohne weiteres zugänglich ist.

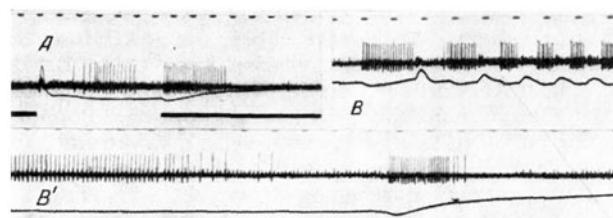


Abb. 3. Ganglionzellenentladung und Elektroretinogramm einer dezerebrierten Katze auf Einzel- (A) und Flimmerbelichtung (B, B'). Die in A eingetragene Dauer des Lichtreizes zeigt, dass es sich bei dem durch grosse Spitzenspotentiale ausgezeichneten Retinalelement um eine on-off-Antwort handelt (Impulse bei Beginn = «on» und bei Ende = «off» des Lichtreizes), deren grössere Aktivität bei «off» liegt. Wie die bei Flimmerbelichtung in B erkennbare rückläufige Hemmung (die Entladung wird jeweils zu Beginn des nächstfolgenden Lichtreizes gehemmt) zeigt, ist diese offt-Antwort bei höheren Flimmerfrequenzen allein für die Lichtrezeption dieses Elementes verantwortlich. Bei Ende der Flimmerbelichtung (rechts in B') ist – wie in A – wieder die kräftige off-Entladung zu sehen. Neben der off-Entladung, die in diesem Falle eine deutlich geringere Fusionsfrequenz zeigt als das gleichzeitig registrierte ERG., sind in B' kleinere Spitzenspotentiale eines andern (on-)Elements zu sehen, die mit dem ERG. bis zum Ende des Lichtreizes synchron weiterlaufen.

Lichtintensität 1500 Lux, Zeitmarken 5 Hz.

Untersucht man, in welchem Masse die einzelne Netzhaut eine gegebene Lichtstärke für ihr Auflösungsvermögen auszunutzen vermag, so zeigt sowohl der Tagesapparat der menschlichen Netzhaut als auch jener der Katze eine maximale Verschmelzungsfrequenz um 70/s, doch wird hierzu beim Menschen nur etwa $\frac{1}{10}$ der bei der Katze notwendigen Lichtstärke benötigt. Beim Übergang der skotopischen zu den photopischen Flimmerpotentialen verhalten sich die entsprechenden Luxwerte für Mensch, Katze und Meerschweinchen unter helladaptierten Bedingungen etwa wie 1:10:100 (Abb. 2). Vermutlich drückt sich hier das verschiedene Verhältnis der Zapfen- zur Stäbchenzahl aus, das beim Menschen relativ am günstigsten liegt und bei der Katzenretina mit ihrer im Vergleich zum Menschen um $\frac{2}{3}$ reduzierten Zapfenzahl immer noch besser ist als beim Meerschwein-

chen, dessen Netzhaut nur ausserordentlich wenige Zapfen besitzt.

Vergleicht man die Befunde im Falle des Zapfenausfalls bei der totalen Farbenblindheit mit jenen, die an der anatomisch völlig zapfenfreien Netzhaut des Mauergecko gemacht werden können¹, so sieht man in beiden Fällen zwar die für Stäbchenaktivität charakteristische niedere Verschmelzungsfrequenz, doch wird letztere im Falle der menschlichen Achromasie bereits bei 60 Lux erreicht, während beim Gecko hierzu eine Lichtintensität notwendig ist, bei welcher der Stäbchenapparat der gemischten menschlichen Netzhaut auf intermittierende Belichtung nicht mehr reagiert. Auch die Form des einzelnen Flimmerpotentials ist in beiden Fällen verschieden. Während im Falle der Achromasie ausschliesslich skotopische Potentiale erscheinen, sind beim Gecko trotz fehlender Zapfen photopische Flimmerpotentiale mit positiven Verdunklungsschwankungen zu sehen. Somit erlaubt die Potentialform bei Netzhäuten mit nur einem Rezeptortyp lediglich Rückschlüsse auf die Funktion, nicht aber auf die Art ihrer Rezeptoren.

Welches sind die nervösen Mechanismen, die bei intermittierender Belichtung und bei Fusion von Bedeutung sind? Ältere Überlegungen hierzu gingen von der Annahme aus, dass die Dauer der retinalen Latenzzeit einen wesentlichen Faktor für die Höhe der Verschmelzungsfrequenz darstelle. Die höchsten bei der Katze und Taube gemessenen Verschmelzungsfrequenzen könnten indessen niemals erreicht werden, wenn die einzelne Reizperiode (Hell- plus Dunkelphase) der Dauer der retinalen Latenzzeit entspräche, da letztere 15–20 ms nicht überschreitet². Bisher hat sich lediglich für die offt-Antworten einzelner Retinaganglienzellen eine Beziehung zwischen Fusion und Latenzzeit ergeben, doch auch hier nur im Zusammenhang mit der Latenzzeit der für die offt-Antwort charakteristischen rückläufigen Hemmung³, während sich für die ont-Antworten keine ähnliche Beziehung nachweisen liess. Dagegen ist die Verschmelzungsfrequenz ohne Rücksicht auf Farbe und Stärke der Lichtreize, Adaptationszustand und Typ der Entladung (ob on- oder off-) stets der bei langsamer Flimmerbelichtung gemessenen Frequenz der Spitzenspotentiale der Retinaganglienzellen proportional³. Die Fusionsfrequenz wird somit allein von der Intensität bestimmt, mit der die Rezeptoren und Interneuren der Netzhaut die Ganglienzellen des *Nervus opticus* zu erregen vermögen.

Sowohl die retinalen on- als auch offt-Entladungen der Katze vermögen den intermittierenden Lichtreizen bis zu Verschmelzungsfrequenzen der gleichen Grössenordnung wie im ERG. zu folgen⁴. Bei Betrachtung der Beziehung der Verschmelzungsfrequenz zur Lichtintensität fällt allerdings auf, dass die Fusionsfrequenz von Element zu Element trotz physikalisch gleicher Belichtung des rezeptiven Feldes ausserordentlich verschieden sein kann (Abb. 3). Da die Verschmelzungsfrequenz sowohl für on- als auch für off- und on-offt-Entladungen ohne erkennbare Bevorzugung eines bestimmten Entladungstyps ähnliche Werte zu erreichen vermag, muss für das einzelne Netzhautelement eine ganz individuelle Beziehung zwischen Lichtintensität und Verschmelzungsfrequenz bestehen.

Neben der Abhängigkeit der retinalen Verschmelzungsfrequenz von der Intensität der benutzten Flimmerlichtreize wurde in subjektiv-sinnesphysiologischen

¹ J. H. CHIEWITZ, Arch. Anat. Entwicklungsgesch. Suppl. 139, (1889).

² V. FRANZ, Handb. vgl. Anat. Wirbelt. II/2, 989 (1934).

³ R. T. ROSS, Psychol. Monogr. 47, 306 (1936).

⁴ E. DODT und J. HECK, Pflügers Arch. 259, 232 (1954).

² E. DODT und CH. ENROTH, Acta Physiol. Scand. 30, 375 (1954). – E. DODT und A. WIRTH, Acta Physiol. Scand. 30, 80 (1953).

³ CH. ENROTH, Acta Physiol. Scand. 27, Suppl. 100 (1952).

⁴ E. DODT und CH. ENROTH, Acta Physiol. Scand. 30, 375 (1954).

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.

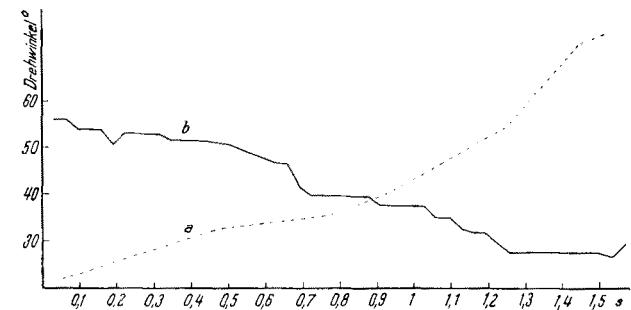


Abb. 1. Augenstielbewegungen von *Carcinus maenas* in gegliederter Umgebung. *a* ---- Drehung des Tieres um seine Hochachse; *b* — Bewegungen des rechten Augenstiels. Tier läuft nach links, dreht sich nach rechts, rechter Augenstiel wird nach links bewegt. Ordinate: Drehungswinkel, Abszisse: Zeit in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

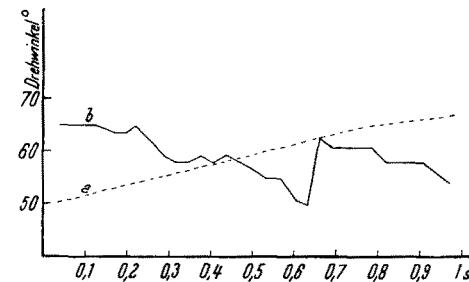


Abb. 2. Augenstielbewegungen von *Carcinus maenas* in gegliederter Umgebung. *a* ---- Drehung des Tieres um seine Hochachse; *b* — Drehung des Augenstiels zum Körper. Tier läuft nach rechts, dreht sich nach rechts, rechter Augenstiel bewegt sich langsam nach links, dann kurzer Schlag nach rechts. Ordinate: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

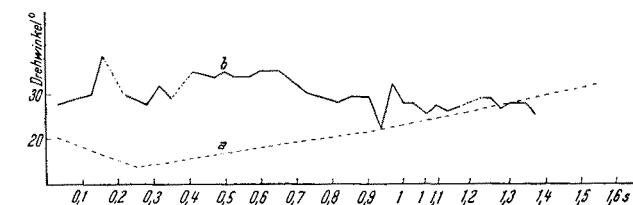


Abb. 3. Augenstielbewegungen von *Carcinus maenas*, Tier geblendet. *a* ---- Drehung des Tieres um seine Hochachse; *b* — bewegung des Augenstiels. -.-.- Bilder nicht auswertbar. Ordinate: Drehungswinkel, Abszisse: Zeit in Sekunden.

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).