(Ausgeführt in der k. k. zoologischen Station zu Triest und in dem
physiologischen Institut der k. k. Universität zu Wien.)

Über den Einfluss mehrerer aufeinanderfolgender wirksamer Reize auf den Ablauf der Reaktions- bewegungen bei Wirbellosen.

I. Mitteilung.

Versuche an Tunicaten.

Von

Professor **Toosaku Kinoshita.**
(Osaka, Japan.)

(Mit 8 Textfiguren.)

In der vorliegenden ersten Mitteilung berichte ich über die Resultate meiner Untersuchungen, soweit sie sich auf die Tunicaten beziehen; eine zweite Mitteilung soll die Ergebnisse von Versuchen bringen, die an Coelenteraten ausgeführt wurden. Ich hatte mich bei diesen Untersuchungen im Herbst 1908 der Liebenswürdigkeit des Direktors der k. k. zoologischen Station in Triest, des Herrn Professor Cori, sowie der freundlichen Unterstützung des Herrn Professor Kreidl zu erfreuen.

Ich ergreife gern hier die Gelegenheit, beiden Herren auf das wärmste zu danken.

Bekanntlich zeigen einige Vertreter aus der Klasse der Tunicaten die Erscheinung, sich auf verschiedene Reize hin zu kontrahieren. Meine Aufgabe war dahin gerichtet, zu untersuchen, wie dieses Kontraktionsphänomen sich ändert, wenn mehrere aufeinanderfolgende wirksame Reize dem Tiere appliziert werden.

Das Prinzip meines Verfahrens war folgendes:

Zuerst wurde das Tier gereizt, damit es sich kontrahiere. Dann wurde gewartet, bis das Tier nach seiner Kontraktion wieder in den normalen Zustand zurückgekehrt war, und ein neuer Reiz appliziert.

Einerseits wurde die Kurve der Kontraktion aufgenommen, andererseits die Zeit vom Beginne der Kontraktion bis zur Rückkehr zur Ruhelage gemessen, um zu beobachten, ob der vorhergegangene Reiz irgendeinen Einfluss auf den Effekt der nächsten Reizung ausübe oder nicht. Zur Anwendung kam mit wenigen Ausnahmen der einzeln wirksame Reiz. Von mir sind folgende Reizqualitäten geprüft worden: mechanische, elektrische, termische, chemische und photische Reize. Als Versuchsmaterial diente mir von *Tunicaten* *Ciona intestinalis* und *Styela plicata*.

I. Versuche an *Ciona intestinalis*.

Diese Form besitzt einen langgestreckten, walzenförmigen, gelblichweissen und durchscheinenden Körper, der mit seinem hinteren Ende an der Unterlage festgewachsen ist. Das Vorderende des Tieres gabelt sich in zwei kurze Röhren, deren eine die Mund- (Ingestions-) Öffnung (Mundsipho), deren andere die Kloaken- (Egestions-) Öffnung (Kloakensipho) darstellt. Der freie Rand der erstgenannten Öffnung erscheint in acht, der der letzteren in sechs Lappen geteilt, und in den Nischen zwischen diesen findet sich immer ein zinnoberroter Pigment-(Augen-) Fleck. Diese Lappen erweisen sich als sehr reizempfindlich. Der Mundsipho liegt in der Verlängerung der Körperachse, während der Kloakensipho etwas weiter zurück und seitlich absteht. Am Grunde, wo diese beiden Röhren zusammenstossen, schimmert durch die durchscheinende Leibeswand das Zerebralganglion als ein rundlicher weisser Knoten durch.

Aussen ist der schlauchförmige Körper mit einer zähen zellulosehaltigen Hülle, dem sogenannten Mantel, einem Ausscheidungsprodukt des Körperepithels, bedeckt. Dieser Mantel lässt sich nach einer wenig tiefen Zirkumzision vom Tiere unschwer abheben und entfernen. Bemerkenswert ist nach diesem Eingriff, dass durch ihn auf das Leben und den Reizzustand der *Ciona* kein merklicher Einfluss ausgeübt wird. Ich habe in meinen Versuchen einige Male bemerkt, dass der normale Zustand des enthäuteten Tieres eine Woche hindurch keine wahrnehmbare Veränderung erleidet. Damals konnte ich meine Beobachtungen leider nicht fortsetzen; doch vermute ich, dass sich dieser Zustand auch auf eine noch längere Zeit erstreckt.

An dem vollständig ausgestreckten Tiere fallen in der Längsrichtung des Körpers angeordnete und durch den Zellulosemantel

durchschimmernde schmale Längsbänder auf, welche zum Teile in dem Mund-, zum anderen Teile in dem Kloakensipho enden. Es sind dies die aus quergestreiften Muskelfasern bestehenden Längsbänder. Ausserdem besitzen die beiden Siphonen auch noch mit blossen Auge nicht ohne weiteres sichtbare Ringmuskeln.

Die Aszidien erweisen sich an ihrem Vorderende und besonders an den beiden Körperöffnungen reizempfindlich. Im Zusammenhang mit der festsitzenden Lebensweise dieser Tiere beschränken sich die Bewegungsphänomene, durch welche ihr Reizzustand zum Ausdruck kommt, im wesentlichen auf eine Verkürzung des Körpers in der Richtung seiner Längsachse und einen Verschluss der beiden genannten Körperöffnungen durch Kontraktion der Siphonen. Die Körperwand erscheint dann in quere Falten und Runzeln gelegt. Nach einiger Zeit beginnt sich dieser Kontraktionszustand allmählich wieder zu lösen. Zuerst fangen die Runzeln an dem vorderen Pole an, sich zu glätten, dann beginnen die Mund- und Kloakenröhren wieder zur normalen Lage und Länge zurückzukehren. Zuletzt öffnet sich die Mund- und dann die Kloakenöffnung. Bei Applikation eines Reizes an einer anderen Stelle der Körperoberfläche ist eine grössere Intensität als bei den Reizungen der beiden genannten Öffnungen nötig. Diese Tatsache lässt sich dadurch erklären, dass einerseits die Reizwirkung durch den starken Zellulosemantel abgeschwächt wird, und dass andererseits wahrscheinlich dort sensible Nervenendigungen in geringer Anzahl vorhanden sind; denn diesbezügliche Versuche an enthäuteten Tieren haben ähnliche Resultate ergeben.

Ciona erweist sich im Allgemeinen gegen gewohnte Reize, wie sie durch die Bewegung des umgebenden Mediums erfolgen unempfindlich, während sie gegen ungewohnte Reize relativ empfindlich ist.

A. Mechanischer Reiz¹⁾.

Zunächst will ich eine graphische Darstellung des Effektes, welchen ich bei der Applikation mehrerer aufeinander folgender

1) Bei den an der k. k. zoologischen Station in Triest ausgeführten mechanischen Reizungen berührte ich das Tier mit einem dünnen Glasstab oder mit einem Baumwollfaden.

Reize erzielte, geben und zugleich die Methode meines Verfahrens kurz beschreiben. Zum Zwecke der gleichzeitigen graphischen Registrierung des Reizmomentes verwendete ich als Reizapparat ein pinzetteartiges Instrument, welches vom Institutmechaniker Herrn Cas'tagna geliefert wurde (siehe Fig. 1).

Fig. 1.

Fig. 2.

Beide Branchen dieses Apparates waren mit Hartgummi isoliert verbunden und jede Spitze mit einem schmalen Elfenbeinstück versehen. Jede Branche war mit einer Klemme in einen elektrischen Stromkreis eingeschaltet, welcher zugleich den Reizmarkierer einschloss. Das im kleinen Seewasserbehälter auf einer Korkplatte befestigte Tier wurde mit einem sehr dünnen Seidenfaden, der an dem Siphorand befestigt war, mit einer Marey'schen Aufnahmskapsel verbunden. Durch Lufttransmission wurde die Kontraktion auf ein Schleifenkymographion aufgeschrieben. Die Zeitmarkierung erfolgte durch einen Elektromagneten, der in den Stromkreis einer Sekunden anzeigenden Kontaktuhr eingeschaltet war.

Bei diesen Reizqualitäten habe ich leider wegen der Schwierigkeit der Dosierung des Reizes, welche im Seewasser einen speziellen Apparat nötig macht, das Verhalten bei variierender Reizintensität nicht untersucht, sondern

das Tier nur durch Quetschen gereizt, was nach Möglichkeit gleichartig ausgeführt wurde. Aus der Fig. 2 ist der

Effekt von zehn aufeinander folgenden mechanischen Reizen ersichtlich¹⁾).

Man sieht deutlich, dass die Zeitdauer der Kontraktion bei den späteren Reizen immer verkürzt und zugleich die Kontraktionsamplitude wesentlich vermindert ist.

Überdies ist bemerkenswert, dass das Tier beim ersten Reize gelegentlich zwei tonische Kontraktionen ausführt. Als Beispiel davon führe ich hier eine Kurve an (Kurve 1).

Kurve 1.

In der folgenden Tabelle sind die Resultate mehrerer derartiger Versuche zusammengestellt, wobei die Kontraktion nicht graphisch registriert, sondern bloss ihre Dauer zeitlich ausgemessen wurde.

(Siehe Tabelle I auf S. 506 und Tabelle II auf S. 507.)

Aus den Versuchen in der Tabelle I und II ist ebenfalls deutlich erkennbar, dass die Kontraktionsdauer im allgemeinen bis zu einem bestimmten Reize abnimmt, um dann noch etwas zuzunehmen. Bei der graphischen Registrierung kommt dieses letztere Phänomen nicht zum Ausdruck, weil sich offenbar die Kontraktionen, die die späteren Reizungen zur Folge haben, wegen der geringen Amplitude nicht mehr graphisch aufzeichnen.

In einer weiteren Versuchsreihe habe ich die Art und Weise der Reizapplikation geändert, indem ich den folgenden Reiz nicht

1) Zur leichten Orientierung sind die der einzelnen Reizung entsprechenden Kontraktionskurven derart untereinander gestellt, dass der erste Reiz der oberste, der letzte der unterste ist.

Tabelle I.

Reizqualität: Mechanischer Reiz, Berührung mit einem dünnen Glasstab. Applikationsstelle des Reizes: Innere Seite der Ingestionsöffnung. Art und Weise der Reizapplikation: Gleich nach dem Ablauf der Reizwirkung, d. h. der vollständigen Erweiterung der Öffnung, gereizt.

Versuch Nr.	Versuchs- tier	Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Sekunden								
		Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3	Reiz Nr. 4	Reiz Nr. 5	Reiz Nr. 6	Reiz Nr. 7	Reiz Nr. 8	Reiz Nr. 9
I	A	19 ¹ / ₅	9,0	5 ² / ₅	5,0	5 ¹ / ₅	4,0	—	—	—
II	A	9,0	7,0	6 ⁴ / ₅	5 ¹ / ₅	5,0	4 ³ / ₅	9,0	—	—
III	A	10,0	6,0	5,0	4 ⁴ / ₅	5 ² / ₅	4,0	4 ³ / ₅	8 ⁰ / ₅	4 ⁴ / ₅
IV	A	10 ² / ₅	17 ¹ / ₅	9 ² / ₅	9 ⁴ / ₅	9,0	6 ³ / ₅	5 ¹ / ₅	6 ² / ₅	6 ² / ₅
V	B	18 ³ / ₅	13,0	7 ³ / ₅	8 ¹ / ₅	8,0	7 ¹ / ₅	7 ² / ₅	7 ³ / ₅	7,0
VI	R	12 ⁴ / ₅	9,0	9 ³ / ₅	8 ⁴ / ₅	8,0	6 ² / ₅	7 ³ / ₅	8,0	—
VII	S	10,0	9 ² / ₅	4 ² / ₅	6,0	6 ² / ₅	8 ¹ / ₅	6 ² / ₅	8,0	—
VIII	T	13,0	10 ² / ₅	9 ² / ₅	9 ³ / ₅	11 ¹ / ₅	9 ³ / ₅	5 ⁴ / ₅	6 ¹ / ₅	5,0
IX	U	10 ³ / ₅	9,0	9 ³ / ₅	7,0	6 ¹ / ₅	7,0	6 ⁴ / ₅	5 ² / ₅	7,0
X	V	12 ³ / ₅	11,0	7,0	8,0	12,0	—	—	—	—

Versuch Nr.	Versuchs- nummer	Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Sekunden					Bemerkungen
		Reiz Nr. 10	Reiz Nr. 11	Reiz Nr. 12	Reiz Nr. 13	Reiz Nr. 14	
I	A	—	—	—	—	—	Nach einer Pause von 10 Min. nach Vers. I dieser Tab. Nach einer Pause von 20 Min. nach Vers. II dieser Tab. Nach einer Pause von 30 Min. nach Vers. III dieser Tab.
II	A	4 ¹ / ₅	4 ² / ₅	—	—	—	
III	A	8,0	7 ³ / ₅	7,0	6 ⁰ / ₅	6,0	
IV	A	6 ¹ / ₅	5 ¹ / ₅	5,0	—	—	Junges Individuum Junges Individuum
V	B	7 ⁴ / ₅	8,0	7,0	7 ⁴ / ₅	11,0	
VI	R	—	—	—	—	—	
VII	S	5 ² / ₅	7 ³ / ₅	7,0	—	—	
VIII	T	—	—	—	—	—	
IX	U	—	—	—	—	—	
X	V	—	—	—	—	—	

Tabelle II.

Reizqualität: Mechanischer Reiz, Berührung mit einem Baumwollfaden, Marke T. Brook & Bros. Machine Cotton Nr. 30. Applikationsstelle und Art und Weise der Reizeinwirkung: Gleich wie in Tabelle I.

Ver- such Nr.	Ver- suchs- tier	Dauer der Kontraktion bei einer Reizung in Sekunden					
		Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3	Reiz Nr. 4	Reiz Nr. 5	Reiz Nr. 6
I	A	9,0	7 ² / ₅	7,0	4 ⁴ / ₅	5 ⁴ / ₅	4 ³ / ₅
II	C	14 ⁴ / ₅	6,0	5,0	4 ³ / ₅	5,0	5,0
III	D	15 ¹ / ₅	7,0	6 ³ / ₅	5,0	4 ¹ / ₅	4 ⁴ / ₅

Ver- such Nr.	Ver- suchs- tier	Dauer der Kontraktion bei einer Reizung in Sekunden				Bemerkungen
		Reiz Nr. 7	Reiz Nr. 8	Reiz Nr. 9	Reiz Nr. 10	
I	A	6,0	4 ² / ₅	4,0	4,0	{ Nach einer Pause von 30 Min. nach Vers. IV Tab. I.
II	C	—	—	—	—	
III	D	5 ¹ / ₅	5,0	—	—	

unmittelbar nach Erschlaffung des Tieres applizierte, sondern zwischen je zwei Reizen eine Pause von je 30 Sekunden eintreten liess. Das Resultat war das folgende:

Tabelle III.

Reizqualität: Mechanischer Reiz, Versuch I, II: Berührung mit einem Baumwollfaden. Versuch III: Berührung mit einem dünnen Glasstab. Applikationsstelle des Reizes: Innere Seite der Ingestionsöffnung. Art und Weise der Reizapplikation: In je 30 Sekunden wurde einmal gereizt.

Ver- such Nr.	Ver- suchs- tier	Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Sekunden											
		Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3	Reiz Nr. 4	Reiz Nr. 5	Reiz Nr. 6	Reiz Nr. 7	Reiz Nr. 8	Reiz Nr. 9	Reiz Nr. 10	Reiz Nr. 11	Reiz Nr. 12
I	E.	11,0	9,0	6,0	6 ² / ₅	5 ³ / ₅	10,0	7,0	7,0	7,0	—	—	—
II	F.	10,0	7,0	6,0	5 ² / ₅	9 ¹ / ₅	3 ¹ / ₅	2,0	2,0	—	—	—	—
III	G.	9,0	5 ² / ₅	5 ⁴ / ₅	3 ² / ₅	3 ¹ / ₅	3 ⁴ / ₅	3,0	3,0	2,0	3,0	3 ¹ / ₅	—

Aus der Tabelle III ist ersichtlich, dass auch bei längerer Pause jeder spätere Reiz eine Kontraktion von geringerer Dauer zur Folge hat; die Wiederverlängerung, wie sie bei den letzten Reizen in den früheren Versuchen regelmässig zu beobachten war, ist nicht vorhanden.

Dann applizierte ich Reize, welche während einer Minute lang in rascher regelmässiger Aufeinanderfolge fortgesetzt wurden, worauf das Tier eine tetanusartige Kontraktion zeigte, welcher Zustand nach dem letzten Reiz anhielt. Ferner habe ich in diesem Falle die Zeit, welche vom letzten Reize bis zur vollständigen Erschlaffung verstrich, gemessen. Das Resultat war folgendes:

Tabelle IV.

Reizqualität: Mechanischer Reiz, Berührung mit einem dünnen Glasstab.
Applikationsstelle des Reizes: Innere Seite der Ingestionsöffnung. Art und Weise der Reizapplikation: Mit rasch aufeinanderfolgenden Reizen, 1 Minute lang gereizt.

Versuch Nr.	Versuchstier	Dauer der Kontraktion bei der Reizung in Sekunden		
		Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3
I	H	35 ² / ₅	20,0	15 ¹ / ₅
II	I	46 ² / ₅	36,0	30,0
III	J	30,0	27 ¹ / ₅	—

Die Kontraktionsdauer kann man aus obigen Ziffern berechnen, indem man 1 Minute hinzufügt.

Weiter habe ich es unternommen, das latente Stadium für die nach mechanischer Reizung auftretende Kontraktion zu bestimmen.

Kurve 2.

Die Versuchsanordnung war fast dieselbe wie bei der vorigen graphischen Darstellung, nur benutzte ich bei der Zeitmarkierung einen Stimmgabelunterbrecher, welcher Vierzehntelsekunden markierte.

In Kurve 2 ist eine graphische Registrierung der Latenzbestimmung bei mechanischer Reizung wiedergegeben; das Latenzstadium beträgt in diesem Versuche 0,28 Sekunden. Das Mittel von 50 Latenzbestimmungen beträgt 0,279 Sekunden. Die bei den 50 Versuchen gefundenen Werte in Vierzehntelsekunden angegeben sind nachstehend angeführt.

Anzahl der Zeitmarken	Anzahl der Zeitmarken	Anzahl der Zeitmarken	Anzahl der Zeitmarken	Anzahl der Zeitmarken
4,6	4,4	1,9	5,7	1,3
9,1	9,8	5,7	6,1	1,0
7,8	12,0	5,7	3,2	3,0
1,1	3,2	4,3	2,0	1,7
3,8	3,6	8,0	1,9	1,7
1,8	2,8	4,0	4,3	7,5
4,2	9,0	2,4	3,2	1,2
1,2	2,3	3,1	5,7	1,0
2,2	3,0	4,5	4,4	1,2
1,1	3,8	2,6	4,1	1,8

Durchschnitt 3,9. Dies in Sekunden 0,279.

In diesen Versuchen habe ich ebenfalls das Verhalten gegen verschiedene Reizstärken nicht geprüft, weil sich auch hier eine Schwierigkeit der Dosierung ergab.

B. Elektrische Reizung.

Als Reiz diente in den meisten Fällen der Induktionsstrom, und zwar nicht ein einmaliger Induktionsschlag, sondern tetanisierende Ströme, da die Reaktion bei Einzelreizen sehr undeutlich und minimal war (siehe unten).

Meine diesbezüglichen Untersuchungen zerfallen in zwei Gruppen; in der einen wurde, wie bei der mechanischen Reizung, der Effekt mehrerer aufeinander folgender Reize von der gleichen Stärke geprüft; in der zweiten Versuchsreihe wurde der Einfluss verschieden starker Reize untersucht und gleichzeitig der Schwellenwert bestimmt. Nur in einigen späteren Versuchen habe ich als Reiz den konstanten Strom angewandt. Zur elektrischen Reizung verwendete ich eine

Platinelektrode, welche nach dem Vorschlage von v. Üxküll¹⁾ für die Seetieruntersuchung besonders konstruiert, und bei welcher die Enden ca. 2 mm voneinander entfernt waren. Das Tier befand sich im Seewasser, und die beiden Spitzen tauchten ebenfalls in das Seewasser ein. Diese Elektrode wurde in den sekundären Kreis eines Schlitteninduktoriums eingeschaltet und vor der Reizung am Siphon des Tieres angelegt; der Reizmarkierer befand sich im primären Stromkreis. Die Befestigung des Tieres, Aufschreibung der Kurve und Zeitmarkierung waren wie in den früheren Fällen bei der

Fig. 3.

mechanischen Reizung angeordnet. Fig. 3 gibt den Effekt mehrerer hintereinander folgender faradischer Reizungen wieder²⁾.

Die Ergebnisse einiger Versuche, die nicht graphisch aufgenommen worden waren, stelle ich in der folgenden Tabelle zusammen.

1) J. v. Üxküll, Leitfaden in das Studium der experimentellen Biologie der Seetiere 1905 S. 92.

2) Vgl. bezüglich der Deutung dieser Fig. die Anmerkung auf Seite 505.

Tabelle V.

Reizqualität: Elektrischer Reiz, Induktionsstrom. Applikationsstelle des Reizes: Körperoberfläche in der Nähe des Mundsinus. Art und Weise der Reizeinwirkung: Gleich nach dem Ablauf der Reizwirkung, d. h. der vollständigen Erweiterung der Öffnung gereizt, mit einer Platinelektrode, deren beide Pole ca. 2 mm voneinander entfernt sind. Primärer Stromkreis: 4 Volt.

Rollen- abstand cm	Ver- such Nr.	Ver- suchs- tier	Dauer der Kontraktion bei der Reizung in Sekunden							
			Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3	Reiz Nr. 4	Reiz Nr. 5	Reiz Nr. 6	Reiz Nr. 7	Reiz Nr. 8
30	I	W	6 ¹ / ₅	7 ² / ₅	6 ² / ₅	6,0	5 ⁴ / ₅	—	—	—
	II	X	6,0	5 ² / ₅	5,0	—	—	—	—	—
	III	Y	6 ³ / ₅	7,0	6 ¹ / ₅	6,0	—	—	—	—
25	I	a	6 ⁴ / ₅	7 ² / ₅	6 ³ / ₅	6 ¹ / ₅	—	—	—	—
	II	b	8 ² / ₅	7 ⁴ / ₅	6,0	5 ² / ₅	—	—	—	—
	III	c	7 ¹ / ₅	8,0	7 ¹ / ₅	6 ² / ₅	—	—	—	—
20	I	d	6 ¹ / ₅	11,0	10 ⁴ / ₅	8 ³ / ₅	—	—	—	—
	II	e	19 ² / ₅	17 ¹ / ₅	14 ² / ₅	11 ¹ / ₅	10 ² / ₅	9,0	9 ¹ / ₅	9 ³ / ₅
	III	f	38 ² / ₅	24 ¹ / ₅	25 ¹ / ₅	23,0	21 ² / ₅	—	—	—
17	I	g	13,0	11 ¹ / ₅	9,0	8 ³ / ₅	—	—	—	—
	II	h	76 ¹ / ₅	24 ¹ / ₅	11 ² / ₅	20 ³ / ₅	21 ⁴ / ₅	10 ² / ₅	9 ¹ / ₅	8 ² / ₅
	III	i	25 ³ / ₅	20,0	21 ⁴ / ₅	16 ² / ₅	14 ⁴ / ₅	15 ² / ₅	15 ¹ / ₅	13 ² / ₅
15	I	j	26 ⁴ / ₅	17 ³ / ₅	12 ¹ / ₅	0	—	—	—	—
	II	k	48 ⁴ / ₅	37 ⁴ / ₅	22 ¹ / ₅	27,0	24 ⁴ / ₅	22 ² / ₅	21 ² / ₅	24,0
	III	l	22 ³ / ₅	19,0	17,0	16 ¹ / ₅	6 ¹ / ₅	fast 0	—	—
12	I	m	20 ² / ₅	15 ⁴ / ₅	12 ⁴ / ₅	12 ¹ / ₅	12 ² / ₅	10 ² / ₅	7 ¹ / ₅	5 ² / ₅
	II	n	26,0	28 ² / ₅	22 ¹ / ₅	14 ¹ / ₅	14 ² / ₅	12,0	6 ³ / ₅	6 ³ / ₅
	III	o	22 ⁴ / ₅	18 ¹ / ₅	14 ⁴ / ₅	16 ² / ₅	14 ² / ₅	12 ¹ / ₅	fast 0	—
10	I	p	28 ⁴ / ₅	22 ¹ / ₅	18 ³ / ₅	14 ² / ₅	15 ⁴ / ₅	12 ³ / ₅	10 ¹ / ₅	7,0
	II	K	19 ² / ₅	14 ³ / ₅	10 ¹ / ₅	9 ² / ₅	6 ⁴ / ₅	5 ¹ / ₅	5,0	5 ¹ / ₅
	III	L	17 ¹ / ₅	13 ¹ / ₅	10 ³ / ₅	7 ² / ₅	6 ¹ / ₅	5,0	5 ³ / ₅	5 ¹ / ₅
		M	12,0	10 ² / ₅	8 ⁴ / ₅	5 ⁴ / ₅	6,0	5 ³ / ₅	5 ¹ / ₅	5,0

Rollen- abstand cm	Ver- such Nr.	Ver- suchs- tier	Dauer der Kontraktion bei der Reizung in Sekunden						
			Reiz Nr. 9	Reiz Nr. 10	Reiz Nr. 11	Reiz Nr. 12	Reiz Nr. 13	Reiz Nr. 14	Reiz Nr. 15
30	I	W	—	—	—	—	—	—	—
	II	X	—	—	—	—	—	—	—
	III	Y	—	—	—	—	—	—	—
25	I	a	—	—	—	—	—	—	—
	II	b	—	—	—	—	—	—	—
	III	c	—	—	—	—	—	—	—
20	I	d	—	—	—	—	—	—	—
	II	e	7 ⁴ / ₅	15 ¹ / ₅	10 ³ / ₅	9 ¹ / ₅	7,0	—	—
	III	f	—	—	—	—	—	—	—
17	I	g	—	—	—	—	—	—	—
	II	h	8 ² / ₅	—	—	—	—	—	—
	III	i	11 ⁴ / ₅	7 ² / ₅	6 ¹ / ₅	7 ² / ₅	9 ¹ / ₅	6 ⁴ / ₅	13 ¹ / ₅
15	I	j	—	—	—	—	—	—	—
	II	k	17 ³ / ₅	11 ⁴ / ₅	13,0	12,0	10,0	fast 0	—
	III	l	—	—	—	—	—	—	—
12	I	m	6 ² / ₅	5,0	0	—	—	—	—
	II	n	4 ⁴ / ₅	4 ² / ₅	fast 0	—	—	—	—
	III	o	—	—	—	—	—	—	—
10	I	p	6,0	0	—	—	—	—	—
	II	K	6,0	—	—	—	—	—	—
	III	L	—	—	—	—	—	—	—
		M	7,0	—	—	—	—	—	—

Das Resultat mehrerer aufeinander folgender Reizversuche mit Strömen von verschiedener Reizstärke stelle ich hier zusammen; die Dauer der Kontraktion in Minuten und Sekunden wurde an der Hand von Kurven bestimmt.

Tabelle VI.

Reizqualität: Elektrischer Reiz, Induktionstrom. Applikationsstelle des Reizes: Körperoberfläche in der Nähe des Mundsipho. Art und Weise der Reizeinwirkung: Gleich nach dem Ablauf der vorhergegangenen Reizwirkung gereizt. Primärer Stromkreis: 4 Volt.

Rollen- abstand cm	Ver- such Nr.	Ver- suchs- tier	Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Sekunden							
			Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3	Reiz Nr. 4	Reiz Nr. 5	Reiz Nr. 6	Reiz Nr. 7	Reiz Nr. 8
6	I	N	89	81	72	66	59	43	34	23
	II	q	57	82 ¹ / ₅	47	38 ² / ₅	35 ¹ / ₅	26 ² / ₅	20 ² / ₅	16 ³ / ₅
	III	r	53	29 ¹ / ₅	28 ² / ₅	20 ¹ / ₅	16 ³ / ₅	0	—	—
4	I	O	93	56	—	—	—	—	—	—
	II	P	44	47	30	21	—	—	—	—
	III	Q	76	46	25	—	—	—	—	—
	IV	R	73	38	27	23	22	22	16	—
	V	s	54	37 ² / ₅	35 ¹ / ₅	30 ² / ₅	40 ¹ / ₅	27 ² / ₅	16 ¹ / ₅	14 ² / ₅
	VI	t	48 ⁴ / ₅	38 ¹ / ₅	37 ⁴ / ₅	17 ¹ / ₅	14 ¹ / ₅	18 ² / ₅	fast 0	—
2	I	S	56 ¹ / ₂	41	33 ¹ / ₂	31 ¹ / ₂	33	43	—	—
	II	T	26	32 ¹ / ₂	26	25	26	—	—	—
	III	U	38	32	28	28	—	—	—	—
	IV	V	26	17	—	—	—	—	—	—
	V	u	54 ² / ₅	36 ¹ / ₅	19 ² / ₅	22	21	12 ⁴ / ₅	13 ¹ / ₅	18 ² / ₅
0	I	W	55	24	—	—	—	—	—	—
	II	X	75	51	8	5 ¹ / ₂	—	—	—	—
	III	Z	62	58	23	19	21	16	13	—
	IV	v	54 ¹ / ₅	48 ³ / ₅	40	31 ⁴ / ₅	17 ¹ / ₅	23 ² / ₅	12 ³ / ₅	21 ² / ₅

Rollen- abstand cm	Ver- such Nr.	Ver- suchs- tier	Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Sekunden							
			Reiz Nr. 9	Reiz Nr. 10	Reiz Nr. 11	Reiz Nr. 12	Reiz Nr. 13	Reiz Nr. 14	Reiz Nr. 15	Reiz Nr. 16
6	I	N	5	—	—	—	—	—	—	—
	II	q	21 ¹ / ₅	15 ² / ₅	12 ³ / ₅	14 ¹ / ₅	11 ³ / ₅	11 ⁴ / ₅	12 ⁴ / ₅	fast 0
	III	r	—	—	—	—	—	—	—	—
4	I	O	—	—	—	—	—	—	—	—
	II	P	—	—	—	—	—	—	—	—
	III	Q	—	—	—	—	—	—	—	—
	IV	R	—	—	—	—	—	—	—	—
	V	s	9 ⁴ / ₅	18 ¹ / ₅	fast 0	—	—	—	—	—
	VI	t	—	—	—	—	—	—	—	—
2	I	S	—	—	—	—	—	—	—	—
	II	T	—	—	—	—	—	—	—	—
	III	U	—	—	—	—	—	—	—	—
	IV	V	—	—	—	—	—	—	—	—
	V	u	10	gestört	—	—	—	—	—	—
0	I	W	—	—	—	—	—	—	—	—
	II	X	—	—	—	—	—	—	—	—
	III	Z	—	—	—	—	—	—	—	—
	IV	v	23 ⁴ / ₅	23 ¹ / ₅	16 ¹ / ₅	gestört	—	—	—	—

Weiter habe ich die Veränderung der Reizschwelle bei den aufeinander folgenden Reizungen beobachtet. Das Resultat war das folgende:

Tabelle VII.

Reizqualität und Applikationsstelle des Reizes: Wie auf Tabelle V. Art und Weise der Reizeinwirkung: Gleich nach dem Ablauf der Reizwirkung, d. h. der vollständigen Erweiterung der Öffnung, gereizt. Um den Schwellenwert des Reizes zu bestimmen, wurde der Rollenabstand nach und nach verkleinert und der Abstand bei der zuerst auftretenden Kontraktion gemessen.

Ver- such Nr.	Ver- suchs- tier	Rollenabstand bei dem Schwellenreize von einer Reizung in Zentimetern									
		Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3	Reiz Nr. 4	Reiz Nr. 5	Reiz Nr. 6	Reiz Nr. 7	Reiz Nr. 8	Reiz Nr. 9	Reiz Nr. 10
I	a	30,2	25,2	21,8	20,4	20,4	20,6	23,3	19,6	18,6	15,0
II	b	4,0	2,6	0,0	Bei 0,0 un- empfindlich	—	—	—	—	—	—

Ver- such Nr.	Ver- suchs- tier	Rollenabstand bei dem Schwellenreize von einer Reizung in Zentimetern						Bemerkungen
		Reiz Nr. 11	Reiz Nr. 12	Reiz Nr. 13	Reiz Nr. 14	Reiz Nr. 15	Reiz Nr. 16	
I	a	9,5	7,4	3,0	0,0	0,0	Bei 0,0 un- empfindlich	Nach 30 Min. reagierte das Tier wieder bei Rollenabstand 0 cm.
II	b	—	—	—	—	—	—	do.

Dann habe ich das Latenzstadium für elektrische Reize, und zwar bei mehreren aufeinanderfolgenden Reizen der gleichen Intensität und bei solchen von verschiedener Stärke untersucht; die Versuchsanordnung war dieselbe wie bei der Latenzbestimmung für den mechanischen Reiz.

Das Resultat war folgendes:

Tabelle VIII.

Rollenabstand		Die Zahl der Zeitmarken in $\frac{1}{14}$ Sek.		
cm		Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3
8	{	9,1	12,2	—
		4,2	5,1	7,2
6	{	7,8	8,2	—
		9,1	15,2	—
4	{	4,2	5,2	—
		5,8	6,2	6,5
3	{	5,2	6,8	—
		3,2	5,0	—
2	{	3,2	5,0	—
		4,0	8,6	—
0		4,0	8,6	—

Tabelle IX.

Rollenabstand cm	Die Zahl der Zeitmarken in Vierzehntel-Sek.	Latentes Stadium in Sekunden im Mittel
8	7,2	0,54
	5,1	
	4,2	
	12,2	
	9,1	
6	8,5	0,49
	5,2	
	4,6	
	7,8	
	8,2	
4	4,2	0,59
	5,0	
	5,8	
	6,2	
	6,5	
3	9,1	0,37
	15,2	
	12,0	
	11,7	
	3,5	
2	6,8	0,61
	3,2	
	5,0	
	12,0	
	13,7	
0	4,0	0,47
	8,6	
	11,9	
	3,1	
	5,5	
Durchschnitt 7,5		Dies in Sek. 0,54

Schliesslich füge ich hier an der Hand der Kurve 3 das Resultat eines Versuchs an, bei dem die Wirkung des konstanten Stromes mit der einer einmaligen und tetanisierenden Reizung mit dem induzierten Strome verglichen werden sollte.

Die Versuchsanordnung ist aus der beigegebenen Skizze (Fig. 4) ohne weiteres ersichtlich.

Bei der Stellung der Wippen, wie sie in der Zeichnung erscheint, ging der Strom durch den Zeitmarkierer in den primären Kreis des Induktoriums und der induzierte Strom durch die zweite Wippe bis zur Elektrode. Wenn die Brücken der Wippen umgelegt wurden, ging der Strom durch den Reizmarkierer und durch beide Wippen direkt nach der Elektrode.

Der Strom wurde von einem Akkumulator geliefert bei 10 Volt Spannung. Die Zeit wurde ebenso wie beim früheren Falle alle

Sekunden markiert, die Befestigung des Tieres und die graphische Registrierung wie oben erwähnt ausgeführt. Die Elektrode ward auch diesmal vor der Reizung an den Siphon angelegt, um eine mechanische Nebenwirkung zu vermeiden. Bei Anwendung des konstanten Stromes trat an der Spitze der Elektrode eine sehr unangenehme Blasenbildung auf, welche durch die Elektrolyse des

Fig. 4. *A, B* Wippe ohne Kreuz. *Ak* Akkumulator. *S* Schlüssel. *R* Reizmarkierer. *I* Primäre Rolle des Schlitteninduktoriums. *II* Sekundäre Rolle des Schlitteninduktoriums. *E* Elektrode.

Seewassers verursacht wurde. Um sie nach Möglichkeit zu verringern, war es notwendig, die Platinspitze der Elektrode sehr wenig blosszulegen, wenn auch natürlich der mechanische Einfluss solcher kleiner Blasen sehr gering ist.

Das Resultat war das folgende:

Kurve 3. Oben: Reizmarkierung. Mitte: Zeitmarkierung. Unten: Kontraktionskurve. *A*: Einmaliger Induktionsschlag. *B*: Tetanisierender Reiz. *c1, c2*: Schliessung und Öffnung des konstanten Stromes.

Aus der Kurve 3 ist zu ersehen, dass der tetanisierende Strom die stärkste Reaktion hervorruft, der einmalige Induktionsreiz bei demselben Rollenabstände weniger wirksam ist. In Bezug auf die Wirkung steht der Gleichstrom, welcher auch als primärer Strom des Induktoriums verwendet wurde, in der Mitte zwischen beiden.

Bezüglich des konstanten Stromes erwähnt W. Nagel¹⁾, das die Schliessungsreizung stets deutlicher ist und bei Ciona die Anodenschliessung immer stärker ist als die Kathodenschliessung.

An der obigen Kurve kann man bemerken, dass weder bei der Öffnung des Stromes noch während des Durchfliessens des Stromes eine Reaktion auftritt.

C. Thermische Reize.

Zum Zwecke der thermischen Reizung konstruierte ich einen Apparat (siehe Fig. 5), welcher durch Durchleitung von erwärmtem Wasser beliebig temperiert werden konnte. Die nähere Ausführung illustriert die beigegebene Figur.

Fig. 5. K Kupferner Ansatz. G Gummiverschluss. R Glasrohr.

Durch diesen thermischen Reizapparat (Thermosonde) wurde warmes Wasser, welches schon vorher in einem Bassin vorgewärmt worden war, durchgeleitet. Zwei Thermometer wurden in diesem Kreisläufe eingeschaltet; das eine gab die Temperatur des Wassers im Bassin, das andere die des ausfliessenden Wassers an. Ich las an beiden Thermometerskalen ab; die Durchschnittszahl von beiden wurde als beiläufige Temperatur an der Tastspitze betrachtet. Mit diesem Instrument habe ich auf das Tier aufeinanderfolgende Reize bei verschiedenen Temperaturen ausgeübt.

Die Resultate sind in der Tabelle X auf Seite 517 zusammengestellt.

Im Anschlusse an diese Versuche prüfte ich die elektrische Erregbarkeit von Ciona bei wechselnden Temperaturen des Mediums.

1) W. Nagel, Beobachtung über polare galvanische Reizung bei Wassertieren. Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 53 S. 332.

Tabelle X.

Reizqualität: Thermischer Reiz. Berührung mit der Thermosonde. Applikationsstelle des Reizes: Rand der Ingestionsöffnung.
 Art und Weise der Reizapplikation: Gleich nach dem Ablauf der Reizwirkung, d. h. der vollständigen Erweiterung der Öffnung, gereizt.
 Die Reizung wurde bis zur Unempfindlichkeit des Tieres fortgesetzt.

Temperatur			Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Sekunden							
im Bassin o C.	im Abflussrohr o C.	durch- schnittlich o C.	Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3	Reiz Nr. 4	Reiz Nr. 5	Reiz Nr. 6	Reiz Nr. 7	Reiz Nr. 8
35	34	34,5	0,0	—	—	—	—	—	—	—
40	39	39,5	$4\frac{3}{5}$	minimal	0,0	—	—	—	—	—
46	42	44,0	$10\frac{2}{5}$	$5\frac{2}{5}$	6,0	$5\frac{2}{5}$	5,0	$4\frac{3}{5}$	—	—
52	48	50,0	$8\frac{2}{5}$	$6\frac{1}{5}$	$8\frac{1}{5}$	$4\frac{2}{5}$	$4\frac{3}{5}$	$3\frac{4}{5}$	minimal	0,0
56	53	54,5	$5\frac{3}{5}$	$3\frac{1}{5}$	$3\frac{2}{5}$	$2\frac{3}{5}$	0,0	—	$5\frac{2}{5}$	$3\frac{2}{5}$
63	59	61,0	$7\frac{4}{5}$	$7\frac{2}{5}$	$5\frac{4}{5}$	$4\frac{4}{5}$	4,0	$3\frac{4}{5}$	—	—
67	62	64,5	$12\frac{2}{5}$	8,0	7,0	$6\frac{3}{5}$	0,0	—	—	—

Temperatur			Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Sekunden					Bemerkung
im Bassin o C.	im Abflussrohr o C.	durch- schnittlich o C.	Reiz Nr. 9	Reiz Nr. 10	Reiz Nr. 11	Reiz Nr. 12	Reiz Nr. 13	
35	34	34,5	—	—	—	—	—	Nach 20 Min. 1. Reiz 0,4, 2. Reiz 0,0
40	39	39,5	—	—	—	—	—	
46	42	44,0	—	—	—	—	—	
52	48	50,0	11,0	$5\frac{1}{5}$	5,0	4,0	0,0	
56	53	54,5	—	—	—	—	—	
63	59	61,0	—	—	—	—	—	
67	62	64,5	—	—	—	—	—	

Jordan¹⁾ erwähnt bereits, dass Ciona zwischen 21,5 und 24,0° C. maximal erregbar und oberhalb von 41,0° C. und unterhalb von 9,0° C. unerregbar ist.

Nach meinen Erfahrungen erweisen sich diese Tiere zwischen 17,0 und 21,0° C. am empfindlichsten, bzw. zeigte sich innerhalb dieser Temperaturen die grösste Kontraktionsamplitude; bei 28° C. ist die Reaktion schon sehr gering oder sie fehlt bereits.

D. Chemische Reize.

Um eine toxische Wirkung hintanzuhalten, wählte ich als Reizmittel verschieden konzentrierte Kochsalzlösungen. Diese wurden in der Weise appliziert, dass ich sie vermittels einer mit einem Ballon versehenen Pipette in die Nähe der Ingestionsöffnung langsam einspritzte.

Ich erzielte folgende Resultate:

Tabelle XI.

Reizqualität: Chemischer Reiz. Berührung mit Kochsalzlösungen verschiedener Konzentrationen. Applikationsstelle des Reizes und Art und Weise der Applikation, wie in Tabelle I.

Konzentration der Kochsalzlösung %	Versuchstier	Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Sekunden						
		Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3	Reiz Nr. 4	Reiz Nr. 5	Reiz Nr. 6	Reiz Nr. 7
0,0 (Süßwass.)	c	11 ¹ / ₅	7,0	5,0	unempfindl.	—	—	—
	d	8 ¹ / ₅	7,0	5,0	4 ¹ / ₅	unempfindl.	—	—
0,5	c	9 ² / ₅	6 ² / ₅	5 ³ / ₅	6,0	2 ³ / ₅	wenig empfindlich	unempfindl.
	d	7,0	6 ² / ₅	2 ³ / ₅	Sehr wenig empfindlich	unempfindl.	—	—
1,0	c	6 ¹ / ₅	5 ³ / ₅	5,0	5,0	6,0	6,0	—
	d	11,0	8 ¹ / ₅	7 ² / ₅	unempfindl.	—	—	—
1,5	c	6 ³ / ₅	5 ⁴ / ₅	4 ⁴ / ₅	4 ³ / ₅	3 ² / ₅	fast unempfindlich	unempfindl.
	d	15,0	9,0	7,0	3,0	Kaum empfindlich	unempfindl.	—
2,0	c	7 ² / ₅	6 ² / ₅	16,0	5 ⁴ / ₅	11 ³ / ₅	5,0	fast unempfindlich
	d	25,0	16 ³ / ₅	10 ³ / ₅	9 ² / ₅	gestört	—	—
2,5	c	18 ³ / ₅	11 ² / ₅	7 ¹ / ₅	5 ³ / ₅	5 ⁴ / ₅	6 ⁴ / ₅	gestört
	d	18 ² / ₅	10 ² / ₅	10,0	9,0	4 ¹ / ₅	6 ³ / ₅	unempfindl.
3,0	c	16 ² / ₅	9 ⁴ / ₅	8 ³ / ₅	4,0	unempfindl.	—	—
	d	20,0	15 ⁴ / ₅	11 ² / ₅	8 ⁴ / ₅	7,0	8 ³ / ₅	8 ⁴ / ₅
4,0	e	30,0	12 ⁴ / ₅	11,0	9 ² / ₅	17 ³ / ₅	—	—
	f	17,0	7 ¹ / ₅	fast unempfindlich	—	—	—	—
6,0	e	47 ⁴ / ₅	27,0	25,0	gestört	—	—	—
	f	28,0	29,0	22,0	15 ² / ₅	12 ³ / ₅	—	—
8,0	e	60,0	42 ² / ₅	40,0	37 ³ / ₅	unempfindl.	—	—
	f	32 ³ / ₅	65,0	29,0	23,0	15,0	gestört	—

1) Jordan, Über reflexarme Tiere. Verworn, Zeitschr. f. allgem. Physiol. Bd. 7 S. 86—135. 1907.

E. Photische Reize.

Diese Reize hatten nur eine sehr geringe und spät eintretende Wirkung. Das Tier, das sich eine Zeit hindurch in einer Dunkelkammer befunden hatte, wurde ans indirekte Sonnenlicht gebracht, worauf nach längerer, von mir gemessener Zeit eine Kontraktion erfolgte. Letztere löste sich allmählich bis zur Erschlaffung auf, und auch diese Zeit von der beginnenden bis zur völligen Erschlaffung wurde gemessen.

Tabelle XIIA.

Reizqualität: Photischer Reiz, indirektes Sonnenlicht. Applikationsstelle des Reizes: Der ganze Körper. Art und Weise der Reizapplikation: Zuerst wurde das Tier in die Dunkelkammer über 10 Minuten gelegt, dann ans Tageslicht gebracht. Die Zeit, welche zwischen je zwei Reizungen verstrich, betrug immer 30 Minuten.

Versuch-Nr.	Versuchstier	Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Min. und Sek.							
		Reiz Nr. 1		Reiz Nr. 2		Reiz Nr. 3		Reiz Nr. 4	
		Latenz	Kontraktionsdauer	Latenz	Kontraktionsdauer	Latenz	Kontraktionsdauer	Latenz	Kontraktionsdauer
I	g	20''	1' 0''	15''	50''	15''	40''	—	—
II	h	25''	1' 50''	15''	1' 20''	15''	30''	—	—
III	i	25''	1' 36''	18''	1' 00''	15''	40''	—	—
IV	w	15''	1' 4/5''	7''	54 4/5''	7''	50''	6''	47 4/5''

Versuch-Nr.	Versuchstier	Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Min. und Sek.									
		Reiz Nr. 5		Reiz Nr. 6		Reiz Nr. 7		Reiz Nr. 8		Reiz Nr. 9	
		Latenz	Kontraktionsdauer	Latenz	Kontraktionsdauer	Latenz	Kontraktionsdauer	Latenz	Kontraktionsdauer	Latenz	Kontraktionsdauer
I	g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
III	i	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	w	5''	45''	5''	55 2/5''	4''	52 4/5''	6''	31 2/5''	7''	39''

(Siehe Tabelle XII B auf Seite 520.)

Das Ergebnis aller mit den verschiedenen Reizqualitäten ausgeführten Versuche ist das folgende: Bei den zuerst applizierten Reizen ist die Kontraktionsdauer am längsten und wird nach und nach kürzer. Am Ende eines jeden Versuches jedoch wird sie manches Mal wieder mehr oder weniger verlängert.

Tabelle XII B.

Reizqualität: Photischer Reiz, künstliches Bogenlicht. Applikationsstelle des Reizes und Art und Weise der Reizapplikation: wie in Tabelle XII A.

Versuch-Nr.	Versuchstier	Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Sekunden									
		Reiz Nr. 1		Reiz Nr. 2		Reiz Nr. 3		Reiz Nr. 4		Reiz Nr. 5	
		La-tenz	Kon-trak-tions-dauer	La-tenz	Kon-trak-tions-dauer	La-tenz	Kon-trak-tions-dauer	La-tenz	Kon-trak-tions-dauer	La-tenz	Kon-trak-tions-dauer
I	x	25 "	16 ¹ / ₅ "	20 "	16 ⁴ / ₅ "	19 "	12 ² / ₅ "	unempfindlich		—	—
II	y	10 "	33 ⁴ / ₅ "	8 "	28 ¹ / ₅ "	16 "	21 ¹ / ₅ "	wenig empfindl.		—	—
III	z	10 "	48 ³ / ₅ "	8 "	33 ¹ / ₅ "	6 "	28 ⁴ / ₅ "	wenig empfindl.		—	—
IV	A'	12 "	51 ¹ / ₅ "	8 "	44 "	7 "	35 "	5 "	31 "	wenig empfindl.	

F. Versuche an operierten Tieren.

Ferner habe ich die Untersuchung noch auf folgende Punkte ausgedehnt. Wie ich schon eingangs erwähnt habe, besitzen die Aszidien ein zentralisiertes Nervensystem in Gestalt von Nerven und einem Zerebralganglion und an den beiden Körperöffnungen haben sie kleine rote Pigmentflecke, welche als Augenflecken gedeutet werden. Um zu ermitteln, welchen Einfluss das Gehirnganglion und die letzterwähnten Organe auf die Kontraktionserscheinungen dieser Tiere ausüben, exstirpierte ich entweder das Ganglion allein, oder die Augenflecke, oder auch beide Gebilde.

Vorerst führte ich einen Versuch mit Exstirpation der Augenflecken aus. Diese Operation gelingt relativ leicht. Bevor ich diese Operation vornahm, maass ich immer die Kontraktionsdauer bei Reizung des unversehrten Tieres. Nach der Operation wartete ich ca. 30 Minuten, bis sich das Tier wieder beruhigt hatte, und bis es hinsichtlich der Reize ein möglichst normales Verhalten an den Tag legte. Dann wurde ihm der Reiz appliziert und die Kontraktionsdauer wie gewöhnlich gemessen.

Das Resultat zeigt die Tabelle XIII auf Seite 521.

Das Tier, welchem die Augenflecken exstirpiert worden waren, lebte sehr lange — bekanntlich können Aszidien abgeschnittene Siphonen regenerieren —, und wie ich während meines Versuches beobachtete, zeigte es nach der Operation eine Woche lang keine nennenswerte Veränderung. Sogar die Verzögerung der Kontraktionsdauer ist keine leicht verschwindende Erscheinung, sondern eine

Tabelle XIII.

Augenflecke am Ingestionssipho exstirpiert. Reizqualität: Mechanischer Reiz. Applikationsstelle des Reizes: Ingestionsöffnung. Art und Weise der Reizung: Wie in Tabelle I.

Versuch-Nr.	Versuchstier	Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Min. und Sek.						
		vor der Operation	Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3	Reiz Nr. 4	Reiz Nr. 5	Reiz Nr. 6
I	j	19 ³ / ₅ "	1' 16 ⁴ / ₅ "	45 ³ / ₅ "	33 ¹ / ₅ "	21 ¹ / ₅ "	31 ³ / ₅ "	1' 15 ³ / ₅ "
II	k	20 "	2' 52 "	1' 42 ¹ / ₅ "	1' 35 "	1' 57 ² / ₅ "	1' 13 ⁴ / ₅ "	—
III	l	15 ⁴ / ₅ "	2' 10 "	1' 17 "	1' 00 "	—	—	—
IV	m	18 ³ / ₅ "	1' 52 ³ / ₅ "	1' 25 "	40 "	—	—	—
V	n	12 "	1' 32 ⁴ / ₅ "	1' 25 "	45 ³ / ₅ "	—	—	—

sehr lang andauernde; ich habe sie durch vier Tage lang konstatiert, wie aus folgender Übersichtstabelle hervorgeht:

Tabelle XIV.

Exstirpation der Pigmentflecke an der Ingestionsöffnung. Reizqualität: Mechanischer Reiz. Applikationsstelle des Reizes: Ingestionsöffnung. Art und Weise der Reizapplikation: 4 Tage lang an jedem Morgen ein Reiz appliziert.

Versuch-Nr.	Versuchstier	Dauer der Kontraktion bei einer einzigen Reizung in Min. u. Sek.			
		1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag
I	o	1' 16 ⁴ / ₅ "	1' 02 "	1' 11 ¹ / ₅ "	1' 00 "
II	p	2' 52 "	1' 04 "	1' 30 "	1' 15 ² / ₅ "
III	q	2' 10 "	1' 4 ¹ / ₅ "	1' 43 "	1' 18 "

J. Loeb ¹⁾ hatte als Erster neben seinen bekannten Regenerationsversuchen bei *Ciona* das Zerebralganglion entfernt und gefunden, dass der reflektorische Schluss beider Siphonen noch eintritt, wenn man einen der beiden Siphonen reizt, und dass als der einzige nachweisliche Unterschied zwischen normalem und enthirntem Tiere die Erhöhung der Reizschwelle zu beobachten war. Er sagt weiter, dass das Ganglion die Funktion besitzt, die Leitung der Erregung von den Rezeptoren zu den Effektoren zu bewirken, und dass sich die bessere Leitung dadurch verrät, dass der gleiche Effekt durch einen geringeren Reiz zu erzielen ist.

Magnus ²⁾ teilt mit, dass bei einer enthirnten *Ciona* der Effekt

1) J. Loeb, Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Tiere. II. Organbildung und Wachstum. Georg Hertz, Würzburg 1892.

2) R. Magnus, Die Bedeutung des Ganglions bei *Ciona intestinalis*. Mitteil. d. zool. Station Neapel Bd. 15 S. 483—486. 1902.

des Reizes nur auf den unmittelbar getroffenen Siphon beschränkt bleibt, wenn man bei der Reizung eine direkte Erschütterung des anderen vermeidet. Weiter behauptet er, dass auch für diesen Fall das Ganglion als das Zentrum für den Reflex in seiner Wirksamkeit sichergestellt sein dürfte, und dass kein Raum für die Annahme einer Erregungsleitung von Muskelfaser zu Muskelfaser bleibt.

Die Beobachtung von Magnus wurde von Fröhlich¹⁾ bestätigt. Er hatte bei einer enthirnten *Ciona intestinalis* folgende Tatsachen konstatiert: 1. Herabminderung des Tonus; 2. Erlöschen des echten Reflexes; 3. Herabsetzung der Sensibilität; 4. Hervortreten der Ringmuskelkontraktion; 5. stärkere Fortpflanzung der Muskelkontraktion nach Applikation eines lokalen Reizes. Und dazu bemerkt er, dass bei der enthirnten *Ciona* die Kontraktionsdauer bei einem Reize gegenüber der normalen verkürzt erscheint.

Jordan²⁾ meint, dass das Ganglion von *Ciona* die Bewegungen des Tieres unmittelbar in keiner Weise beeinflusst. Und er fügt hinzu, dass wahrscheinlich das Ganglion die Verbindung zwischen den beiden Siphonen herstellt. Weiter findet er auf Grund seiner graphischen Versuche, dass ein Unterschied zwischen beiden Kurven, welche vom enthirnten und normalen Tiere aufgenommen wurden, bezüglich der Steilheit kaum nachzuweisen ist, dass aber stets eher die enthirnte *Ciona* die weniger steile Kurve gibt.

Das Ergebnis meiner Versuche stimmt nicht mit dem der früheren Autoren überein, wie aus der Tabelle XV zu ersehen ist.

Die Exstirpation des Zerebralganglion ist leicht ausführbar, und habe ich dieselbe gewöhnlich so ausgeführt, dass ich einen Einschnitt in die Körperwand an der Gabelungsstelle der beiden Siphonen vornahm. Um dem Einwand zu begegnen, dass dabei die direkte Kommunikation zwischen beiden Siphonen zerstört werde, habe ich das Ganglion einigemal von der Seite operativ entfernt. An jedem Tiere wurde vor dem Eingriff die normale Kontraktionsdauer gemessen, die operierten Tiere frühestens nach 30 Minuten, gelegentlich auch nach einer Stunde (obwohl Loeb dazu 24 Stunden, Fröhlich eine halbe bis eine Stunde, höchstens zwei bis drei Stunden, verstreichen liessen), zum Versuche verwendet.

1) A. Fröhlich, Beiträge zur Bedeutung des Zentralganglions bei *Ciona intestinalis*. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 95 S. 609—615. 1903.

2) H. Jordan, Über reflexarme Tiere. Verworn, Zeitschr. f. allgem. Physiol. Bd. 7 S. 86—135. 1907.

Das Ergebnis war das folgende:

Nach der Exstirpation des Zerebralganglions kontrahiert sich die *Ciona intestinalis* sehr schnell und stark, und dieser Zustand dauert über 10 Minuten an, dann beginnt das Tier langsamer, als dies sonst unter normalen Umständen der Fall ist, zu erschlaffen bzw. sich zu entfalten. Wenn dann nach 30 Minuten zum ersten Male gereizt wird, kontrahiert sich zwar das Versuchstier, wobei jedoch der Reiz ein stärkerer sein muss als gewöhnlich, um einen gleichen Effekt zu erzielen. Auch die Reaktionszeit bis zum Eintritt der Kontraktion ist eine grössere und ebenso dauert das Erschlaffungsstadium sehr lang an. Die Zeitdauer, welche ich in diesem Falle maass, ist aus der Tabelle XV ersichtlich.

Tabelle XV.

Reizqualität: Mechanischer Reiz. Applikationsstelle des Reizes: Ingestionsöffnung.

Reiz Nr.	Dauer der Kontraktion in Minuten und Sekunden.
1	2' 30"
2	4' 50"
3	3' 25"
4	2' 10"

Dabei beobachtete ich an solchen Versuchstieren, dass das sonst synchrone Kontrahieren beider Körperöffnungen, wenn die Reizapplikation an einer der beiden erfolgte, eine Störung erlitten hatte, insofern als die Kontraktion der anderen je nach der Reizstärke entweder erst später oder nicht mehr eintrat. Diese Erscheinungen waren von langer Dauer und währten mindestens unverändert durch 4 Tage hindurch an.

Aus der Tabelle XVI auf Seite 524 ist das Verhalten der Tiere, bei denen die verschiedenen Eingriffe teils einzeln, teils kombiniert vorgenommen wurden, zu ersehen.

Zum Schlusse untersuchte ich den Einfluss verschiedener Gifte auf die Reaktion gegenüber den verschiedenartigen Reizen.

A. In einem Medium, das aus zehn Teilen Seewasser und einem Teil 0,8 % igen Cocainum hydrochloricum bestand, reagierte *Ciona intestinalis* auf verschiedene Reize nicht. Wenn man sie jedoch in frisches, durchlüftetes Seewasser brachte, so wurde sie nach mehreren Minuten wieder reaktionsfähig.

Tabelle XVI.

Vergleichsversuch über die Erscheinung nach den verschiedenen operativen Eingriffen.

Zustand der Tiere nach operativem Eingriffe	Effekt des Reizes
Integer (Kontrolle)	Beim Reizen je einer Öffnung kontrahiert sich auch die andere, und dieser Akt ist sehr schnell und lebhaft.
Zerebralganglion intakt, Augenflecken in der Ingestions- öffnung waren ent- fernt.	Beim Reizen der Ingestionsöffnung: Ingestionsöffnung kontrahiert sich sehr langsam und vollständig; Egestionsöffnung begleitet sie. Um die Öffnung, welcher die Augenflecken entfernt wurden, vollständig zu schliessen, ist es nötig, entweder einen starken Reiz oder mehrere wiederholte Reize zu applizieren. Die Zeit, welche vom Anfange der Kontraktion bis zum Ende des Erschlaffens verstrich, betrug in mehreren meiner Bestimmungen 4' 15" bis 1' 27". Beim Reizen der Egestionsöffnung: Ingestionsöffnung schliesst sich sehr langsam und unvollständig, und erfolgt der Anfang ihrer Schliessung in bezug auf die Egestionsöffnung etwas verspätet. Egestionsöffnung schliesst sich etwas lebhafter als die Ingestionsöffnung.
Zerebralganglion ist intakt, Augen- flecken in beiden Öffnungen waren exstirpiert.	Beim Reizen der Ingestionsöffnung: Ingestionsöffnung schliesst sich langsamer als normal, doch schneller als die andere. Egestionsöffnung begleitet langsam. Beim Reizen der Egestionsöffnung: Ingestionsöffnung kontrahiert sich sehr schwach und langsam oder gar nicht. Egestionsöffnung kontrahiert sich schneller als vorige, doch langsamer als gewöhnlich.
Zerebralganglion exstirpiert, Augen- flecken in beiden Öffnungen intakt.	Beim Reizen je einer Öffnung begleitet die andere die Kontraktion nicht, und dieser Akt ist sehr langsam und minimal selbst bei starker Reizung. (Dauer betrug 7' 27" bis 4' 17".) Dies dauert 3 Tage lang, doch bemerkt man schliesslich eine etwas kürzere Kontraktionsdauer als am ersten Tage (4' bis 2' 37").
Zerebralganglion extrahiert, Augen- flecken d. Ingestions- öffnung exstirpiert.	Beim Reizen je einer Öffnung kontrahieren sich beide Öffnungen unabhängig. Die Kontraktion der versehrten (Ingestionsöffnung) ist sehr langsam und die der anderen schneller.
Längsschnittführung an der Ingestions- öffnung.	Beim Reizen der Ingestionsöffnung: Die betreffende schliesst sehr lebhaft, doch ist die Dauer bis zum Erschlaffen sehr lang. Egestionsöffnung begleitet sie auch.

Bei der Anwendung von 0,1 % igem Kokainhydrochlorid-Seewasser reagierte das Tier nach 3 Minuten schon sehr wenig und nach 10 Minuten nicht mehr.

B. Bei Anwendung eines Gemenges von zehn Teilen Seewasser und einem Teile 0,8 % igem Magnesium sulfuricum wurde das Tier anfangs sehr träg, dann nach ziemlich langer Zeit unempfindlich. Bei grösseren Mengen des Giftes wurde es schon nach kürzerer Zeit

unempfindlich. In beiden Fällen erholte es sich in frischem Seewasser und wurde sehr bald fähig, sich zu kontrahieren.

C. In einem kleinen Bassin, dessen Inhalt aus einer Mischung von zehn Teilen Seewasser und zwei Teilen 0,5 %igen Chloralhydratum bestand, wurde *Ciona intestinalis* gänzlich gelähmt, erholte sich aber wieder, als sie in frisches Seewasser gebracht wurde.

D. In einem Gemische von zehn Teilen Seewasser und zwei Teilen seewassergesättigtem Acetochloroform reagierte das Tier nicht auf die verschiedenen Reize, belebte sich jedoch nach kürzerer Zeit im frischen Seewasser wieder.

E. Ein Gemenge von zwei Teilen einer gesättigten Lösung von Chininum sulfuricum in Meerwasser und zehn Teilen Seewasser wirkte auf das Tier wie bei anderen Fällen lähmend, jedoch versetzte es frisches Seewasser wieder in den Zustand der Reaktionsfähigkeit.

F. Bei der Anwendung von 0,1 %igem Nikotinhydrochlorid-Seewasser reagierte das Tier schon nach 3—5 Minuten gar nicht gegen den Induktionsreiz.

G. Bei der Anwendung von 0,1 %igen Curareseewasser reagierte das Tier nach ca. 20 Minuten sehr schwach, behielt dabei noch die Erregbarkeit gegen den konstanten Strom, verlor sie jedoch schon gegen einmaligen Induktionsschlag. Nach ca. 30 Minuten besass es zwar noch gegen tetanisierende Induktionsströme seine Erregbarkeit, aber nicht mehr gegen Einzelreize mit Gleichstrom und Induktionsstrom. Nach einer Stunde reagierte es nur wenig gegen tetanisierende Induktionsreize.

Aus obigen Resultaten lässt sich schliessen, dass die oben aufgezählten Substanzen auf das Nervensystem der *Ciona* lähmend wirken und die Reaktionsfähigkeit auf Reizung vernichten, dass aber die Übertragung der Tiere in frisches Seewasser den normalen Zustand wiederherstellt.

Aus dem Umstand, dass die verschiedenen Gifte einen reaktionslosen Zustand gegenüber sämtlichen Reizen hervorrufen, während bei Eliminierung der Ganglienmasse nur das synchrone Zusammenwirken der beiden Öffnungen in Wegfall kommt, lässt sich schliessen, dass einerseits das Zerebralganglion den Zweck hat, die gleichzeitige Kontraktion der beiden Öffnungen herzustellen und andererseits dieses nicht das einzige Zentrum der Kontraktion der In- und Egestionsöffnung ist, sondern dass noch andere regulative Zentren hierfür bestehen müssen.

II. Versuch an *Styela plicata*.

Als zweites Versuchsobjekt wählte ich *Styela plicata*, welche im Vergleich zu *Ciona* eine gedrungene Gestalt und einen dicken lederartigen Mantel besitzt. Die Körperoberfläche zeigt warzenförmige Unebenheiten, die besonders bei der Kontraktion hervortreten. Die beiden Siphonen sind etwas kürzer und weiter als bei *Ciona intestinalis* und zeigen einen viereckigen Querschnitt. Augenflecke fehlen im vorliegenden Falle.

Styela erweist sich für verschiedene Reize empfindlicher als *Ciona*, indem jene nicht bloss auf schwächere Reize rascher reagiert, sondern auch länger in Kontraktion verweilt. Während z. B. die letztgenannte Form auf die Bewegung des umgebenden Seewassers sehr wenig reagierte, zeigte *Styela* eine grosse Empfindlichkeit.

Das zentrale Nervensystem dieses Tieres ist leider in diesem Falle operativen Eingriffen nicht so bequem zugänglich, und daher habe ich auf solche verzichtet.

Als Reiz gebrauchte ich wie bei *Ciona* die gleichen Qualitäten und die gleiche Art und Weise deren Applikation.

Das Resultat aller Versuche ist in den folgenden tabellarischen Darstellungen übersichtlich zusammengestellt:

Tabelle XVII.

Reizqualität: Mechanischer Reiz, Berührung mit einem dünnen Glasstab. Applikationsstelle des Reizes: Rand der Ingestionsöffnung. Art und Weise der Reizapplikation: Versuch A: Gleich nach dem Ablauf der Reizwirkung, d. h. der vollständigen Erweiterung der Öffnung gereizt. Versuch B und C: Mit aufeinanderfolgenden Reizen, eine Minute lang gereizt.

Versuch	Dauer der Kontraktion bei der Reizung in Sekunden											
	Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3	Reiz Nr. 4	Reiz Nr. 5	Reiz Nr. 6	Reiz Nr. 7	Reiz Nr. 8	Reiz Nr. 9	Reiz Nr. 10	Reiz Nr. 11	Reiz Nr. 12
A	13 $\frac{1}{5}$	11,0	15 $\frac{4}{5}$	11 $\frac{1}{5}$	11,0	9 $\frac{3}{5}$	8 $\frac{4}{5}$	7 $\frac{4}{5}$	7,0	7,0	8 $\frac{4}{5}$	8,0
B	20 $\frac{2}{5}$	16 $\frac{2}{5}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C	29 $\frac{2}{5}$	23,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle XVIII.

Reizqualität: Elektrischer Reiz, Induktionsstrom. Applikationsstelle des Reizes: Körperoberfläche des Tieres. Art und Weise der Reizeinwirkung: Gleich nach dem Ablauf der Reizwirkung, d. h. der vollständigen Erweiterung der Öffnung gereizt. Um den Schwellenwert bei den einzelnen Reizungen zu bestimmen, wurde der

Rollenabstand nach und nach verkleinert und der Abstand bei der zuerst auftretenden Kontraktion gemessen. Gleiche Elektrode, wie in Tabelle V.

Versuch Nr.	Versuchs- tier	Rollenabstand bei dem Schwellenreize von einer Reizung in Zentimetern					Bemerkungen
		Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3	Reiz Nr. 4	Reiz Nr. 5	
I	A	13,7	6,7	Bei 0,0 un- empfindlich	—	—	Nach 30 Min. reagierte das Tier wieder bei Rollenabstand 0,0 cm.
II	B	15,5	7,6	4,3	0,0	Bei 0,0 un- empfindlich	Nach 30 Min. reagierte das Tier wieder bei Rollenabstand 0,0 cm.

Tabelle XIX.

Reizqualität: Thermischer Reiz, Berührung mit der Thermosonde. Applikationsstelle des Reizes: Rand der Ingestionsöffnung. Art und Weise der Reizapplikation: Gleich nach dem Ablauf der Reizwirkung, d. h. der vollständigen Erweiterung der Öffnung gereizt. Die Reizungen wurden bis zur Unempfindlichkeit des Tieres fortgesetzt.

Temperatur			Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Sek.					
im Bassin ° C.	im Abfluss- röhrchen ° C.	durch- schnittl. ° C.	Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3	Reiz Nr. 4	Reiz Nr. 5	Reiz Nr. 6
27	26	26,5	minimal	0,0	—	—	—	—
32	29	30,5	$8\frac{2}{5}$	$8\frac{2}{5}$	$7\frac{2}{5}$	gestört	—	—
			$10\frac{4}{5}$	$8\frac{2}{5}$	5,0	$9\frac{2}{5}$	10,0	$8\frac{1}{5}$
37	35	36,0	$6\frac{2}{5}$	$5\frac{1}{5}$	$5\frac{4}{5}$	gestört	—	—
			$7\frac{1}{5}$	$9\frac{2}{5}$	7,0	$5\frac{3}{5}$	$4\frac{2}{5}$	4,0
41	38	39,5	$10\frac{1}{5}$	$6\frac{1}{5}$	$5\frac{2}{5}$	$26\frac{3}{5}$	5,0	6,0
47	44	45,5	$14\frac{2}{5}$	$6\frac{1}{5}$	5,0	$3\frac{4}{5}$	$4\frac{1}{5}$	$4\frac{2}{5}$
51	49	50,0	$6\frac{3}{5}$	$5\frac{2}{5}$	$4\frac{2}{5}$	5,0	$3\frac{1}{5}$	3,0
55	54	54,5	$10\frac{2}{5}$	41,0	gestört	—	—	—

Temperatur			Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Sek.					
im Bassin ° C.	im Abfluss- röhrchen ° C.	durch- schnittl. ° C.	Reiz Nr. 7	Reiz Nr. 8	Reiz Nr. 9	Reiz Nr. 10	Reiz Nr. 11	Reiz Nr. 12
27	26	26,5	—	—	—	—	—	—
32	29	30,5	8,0	$7\frac{3}{5}$	$5\frac{1}{5}$	$4\frac{2}{5}$	$8\frac{3}{5}$	—
37	35	36,0	—	—	—	—	—	—
			$3\frac{4}{5}$	4,0	—	—	—	—
41	38	39,5	4,0	6,0	$5\frac{2}{5}$	$4\frac{3}{5}$	4,0	5,0
47	44	45,5	6,0	—	—	—	—	—
51	49	50,0	3,0	$2\frac{4}{5}$	$3\frac{4}{5}$	4,0	$2\frac{2}{5}$	—
55	54	54,5	—	—	—	—	—	—

Bei höherer Temperatur dauert die Wirkung sehr lange an, wodurch das Resultat gestört wird.

Tabelle XX.

Reizqualität: Chemischer Reiz, Berührung mit Kochsalzlösungen von verschiedener Konzentration. Applikationsstelle des Reizes und Art und Weise der Reizapplikation: Wie bei *Ciona intestinalis* (Tabelle XI).

Konzentration der Kochsalz- lösung ‰	Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Sekunden				
	Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3	Reiz Nr. 4	Reiz Nr. 5
0,0 (Süßwasser)	8 ² / ₅	7,0	5 ² / ₅	sehr wenig empfindlich 7 ⁴ / ₅	un- empfindlich 5 ⁴ / ₅
0,5					
1,0	15,0	9 ¹ / ₅	6 ² / ₅	5 ¹ / ₅	wenig empfindlich 5 ³ / ₅
1,5	15 ² / ₅	9 ² / ₅	8 ¹ / ₅		
2,0	16,0	8 ² / ₅	11,0	9,0	10 ² / ₅
2,5	16 ¹ / ₅	12 ² / ₅	7 ⁴ / ₅	6 ² / ₅	—
3,0	10 ² / ₅	7 ⁴ / ₅	9 ⁴ / ₅	7 ³ / ₅	8,0

Konzentration der Kochsalz- lösung ‰	Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Sekunden			
	Reiz Nr. 6	Reiz Nr. 7	Reiz Nr. 8	Reiz Nr. 9
0,0 (Süßwasser)	—	—	—	—
0,5	—	—	—	—
1,0	unempfindlich	—	—	—
1,5	wenig empfindl.	unempfindlich	—	—
2,0	10,0	7 ³ / ₅	4 ⁴ / ₅	5,0
2,5	—	—	—	—
3,0	8,0	—	—	—

Tabelle XXI.

Reizqualität: Photischer Reiz, indirektes Sonnenlicht. Applikationsstelle des Reizes: Der ganze Körper. Art und Weise der Reizapplikation: Zuerst wurde das Tier in die Dunkelkammer über 10 Min. gelegt, dann ans Tageslicht gebracht. Die Zeit, welche zwischen je zwei Reizungen verstrich, betrug immer 30 Min.

Versuch Nr.	Dauer der Kontraktion bei je einer Reizung in Min. und Sek.		
	Reiz Nr. 1	Reiz Nr. 2	Reiz Nr. 3
I	1' 30"	1' 00"	40"
II	1' 45"	1' 20"	1' 00"
III	1' 25"	1' 00"	45"

Aus diesen Tabellen geht hervor, dass bei *Styela plicata* dieselben Erscheinungen zu beobachten sind wie bei *Ciona intestinalis*.

Auch bei *Styela* untersuchte ich den Einfluss von verschiedenen Giften auf den Ablauf der Kontraktion gegenüber verschiedenen Reizen, und zwar:

1. Zehn Teile Seewasser und ein Teil 0,8 %iges Cocainum hydrochloricum,
2. zehn Teile Seewasser und ein Teil 0,8 %iges Magnesium sulfuricum,
3. zehn Teile Seewasser und zwei Teile 0,5 %iges Chloralum hydratum,
4. zehn Teile Seewasser und zwei Teile 8 %iges Acetochloroform,
5. zehn Teile Seewasser und zwei Teile von im Seewasser gesättigten Chininum sulfuricum.

Nach einer ein paar Minuten lang währenden Einwirkung der Gifte wurde das Tier gelähmt und reagierte auf verschiedene Reize nicht mehr.

Bringt man es später in frisches Seewasser, so bemerkt man, dass nach einem längeren oder kürzeren Zeitraum die Erscheinung wieder aufzutreten beginnt.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

I. Übereinstimmend hat sich gezeigt, dass sowohl bei *Ciona* als auch bei *Styela* bei künstlicher Reizung die Dauer und Stärke der Reaktionsbewegungen mit der Zahl der Reizungen abnimmt, so dass jeder Reiz eine geringere Wirkung ausübt als der ihm vorangehende; der erste Reiz ist immer der wirksamste.

II. Die Abnahme in der Kontraktionsdauer erfolgt nach der ersten Reizung ziemlich rasch bis auf ein gewisses Minimum, an dem die folgenden Reizungen nur wenig mehr ändern. Gelegentlich sieht man nach der letzten ganz kurzdauernden Kontraktion wieder solche von längerer Dauer auftreten.

III. Dieses Phänomen gilt für alle künstlichen Reize, am schwächsten ist diese Erscheinung bei photischen Reizen ausgeprägt.

IV. Das latente Stadium beträgt bei einmaliger mechanischer Reizung bei *Ciona* 0,279, bei einzelnen elektrischen Reizungen 0,54 Sekunden. Die Dauer der Latenz bei mehreren aufeinanderfolgenden Reizungen nimmt mit der Zahl der Reizungen zu.

V. Das Reaktionsvermögen auf künstliche Reize wird durch verschiedene Gifte vernichtet, nach Entfernung derselben wieder hergestellt.

Auf eine Erklärung dieser Erscheinungen soll im Zusammenhang mit den Ergebnissen der zweiten Mitteilung, die sich auf Versuche an Aktinien beziehen, eingegangen werden.

Spezielle Schlussfolgerungen für Ciona.

I. Das der Augenflecken entbehrende Tier reagiert sehr langsam gegen den Reiz, was hauptsächlich durch die Verlängerung des Eröffnungsstadiums verursacht wird.

II. Bei Tieren, denen das Zerebralganglion exstirpiert wurde, ist der synchrone Verschluss der In- und Egestionsöffnung gestört, die Erregbarkeit durch Reize jedoch herabgesetzt. Dieses Ganglion reguliert nicht so sehr die Schliessung der beiden Körperöffnungen, als vielmehr das gleichzeitige Zusammenwirken dieses Mechanismus.