

# Beobachtungen über Zusammensetzung und Stoffwechsel des elektrischen Organs von Torpedo

von

Theodor Weyl.

(Vorgetragen am 11. Juli 1881).

## I. Analyse des elektrischen Organs.

Das elektrische Organ von *Torpedo marmorata* und *ocellata* beträgt ungefähr  $\frac{1}{6}$  bis  $\frac{1}{6}$  des Gesamtkörpergewichtes <sup>1)</sup>.

Dasselbe reagirt während des Lebens meist deutlich alkalisch, wie schon Boll gegen M. Schultze angab, selten neutral, wie es Moreau fand <sup>2)</sup>.

Es enthält im Mittel 89 pCt. Wasser, während der Wassergehalt der Muscheln von *Torpedo* nur 77.5 pCt. beträgt.

### Asche.

Bestimmung I: 14.004 frisches Organ = 1.5426 trocknes (105–110°) Organ = 0.2176 gr. Asche = 1.55 pCt. des frischen Organs.

Von diesen 0.2176 gr. Ges.-Asche sind:

löslich . . . 0.2115 = 97.2 pCt.	} der Gesamt-
unlöslich . . 0.0061 = 2.8 pCt.	

---

1) Steiner fand beträchtlich grössere Werthe, da er das Gewicht der Organe im Mittel von 22 Wägungen zu  $\frac{1}{3.85}$  des Körpergewichtes angiebt (Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1871. S. 687). Es ist mir bisher nicht gelungen, den Grund dieser Differenz festzustellen.

2) Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1873. S. 99. 100. — Ueber die chemische Reaction der elektrischen Organe vergl. E. du Bois-Reymond, Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysik. Bd. II. 1877. S. 646.

Bestimmung II. Von 1.0799 Ges.-Asche sind:  
 löslich . . . 1.0244 = 94.9 pCt. } der Gesamt-  
 unlöslich . . 0.5555 = 5.1 pCt. } Ascho.

In 100 Theilen Asche sind enthalten

Ca	=	2.8
Mg	=	5.24
Na	=	36.0
K	=	Spuren
SiO <sup>2</sup>	=	Spuren
Cl	=	33.9
SO <sup>4</sup>	=	2.8
2 PO <sup>4</sup>	=	17.7
		98.44

Verlust und nicht best. Stoffe<sup>1)</sup> 1.56

100.00

Auffallend ist der grosse Gehalt an NaCl und Phosphaten, der Mangel an K.

Organische Bestandtheile des frischen Organs.

Da das elektrische Organ im Mittel 89 pCt. Wasser und 1.5 pCt. Asche enthält, beträgt der mittlere Gehalt an organischen Bestandtheilen

100—(89 + 1.5) = 9.5 pCt. des frischen Organs.

Von organischen Bestandtheilen habe ich im Organe bisher aufgefunden:

- a) Eiweisskörper — in auffallend geringer Menge.
  - α) Albumin,
  - β) eine Myosin-ähnliche Substanz.
- b) Eine Mucin-artige Substanz in sehr grosser Menge, deren nähere Untersuchung noch aussteht.
- c) Nuclein,
- d) Xanthin, Hypoxanthin, Guanin,
- e) Kreatin — wenig oder kein Kreatinin,
- f) Harnstoff (Frerichs und Staedler),
- g) Lecithin (Hoppe-Seyler),
- h) Fette,

1) SiO<sup>2</sup>, NH<sup>3</sup>, CO<sup>2</sup>.

- i) Cholestearin,
- k) Niedere und höhere Fettsäuren, Seifen,
- l) Scyllit — klein Glykogen<sup>1)</sup>,
- m) Milchsäure.

Der geringe Gehalt an Eiweisskörpern, die grosse Menge der Mucin-ähnlichen Substanz deuten auf einen bisher noch nicht gehörig beachteten tiefgehenden Unterschied zwischen Muskel und elektrischem Organ.

## II. Absterben und Starre des Organs.

Frühestens sechs Stunden nach dem Tode des Thieres reagirt das herausgeschnittene oder in situ belassene Organ deutlich sauer (F. Boll). Ist die umgebende Temperatur niedrig, so tritt die Säuerung des Organs später ein.

Gleichzeitig mit dieser Aenderung der Reaction, wahrscheinlich durch dieselbe bedingt, scheint ein dem Myosin nahe verwandter, vielleicht mit dieser Globulinsubstanz identischer Körper im Organe aufzutreten. Auffallend wenigstens war es, dass ich diesen Eiweisskörper stets in grösserer Menge aus einem bereits sauren, als aus einem frischen, noch alkalisch reagirenden Organe enthielt.

Ein sauer gewordenes Organ unterscheidet sich meist schon äusserlich von einem frischen.

Das letztere ist transparent und fast farblos wie Wasser. Ersteres erscheint trübe und weisslich, ungefähr wie geronnenes Albumin oder wie stark verdünnte Milch.

Ein solches Organ ist todt. Es liefert auf Reizung keine elektrische Entladung mehr.

Dieser Zustand des Organs mag wegen seiner Aehnlichkeit mit analogen Erscheinungen am Muskel als Starre bezeichnet werden.

### Wärmestarre.

Durch Einwirkung von Wasser von 50—100° lässt sich im elektrischen Organe eine Art von Wärmestarre erzeugen.

Hierbei reagirt das Wasser, mit welchem das Organ behandelt wurde, sogleich oder deutlicher beim Eindampfen sauer. Das

---

1) In der Leber von Torpedo fand sich reichlich Glykogen. Der Scyllit ist dem Inosit nahe verwandt, krystallisirt aber ohne Krystallwasser.

Organ selbst reagirt nach der Einwirkung des Wassers neutral oder sehr schwach alkalisch, wenn es von der ihm anhaftenden sauren Flüssigkeit durch mehrmaliges Absaugen mit Fliesspapier befreit wurde.

Bei dieser Wärmestarre des Organs wird also ein saurer, in Wasser löslicher Körper gebildet.

Der Grad der Säuerung des Wassers ist innerhalb gewisser Grenzen abhängig von der Temperatur des benutzten Wassers und von der Dauer seiner Einwirkung.

Ein Stück Organ, welches 3—4 Minuten in Wasser von 50° getaucht, dann durch Fliesspapier von der ihm anhaftenden sauren Flüssigkeit befreit wurde, wird später sauer als ein überhaupt nicht mit Wasser behandeltes Organ.

Wasser von 80° verlangsamt die „Nachsäuerung“ des Organs noch mehr als Wasser von 60° u. s. w.

Dass ein Stück Organ, welches einige Minuten in kochendem Wasser verweilt hat, nach dem Absaugen der sauren Flüssigkeit noch einmal sauer wird, habe ich nicht mit Sicherheit constatiren können.

Bei dieser Wärmestarre wird das Organ in gleichem Sinne, aber in höherem Grade verändert wie durch die spontane Säuerung.

Hiernach zeigt die spontane Starre und die Wasserstarre des Organs mannigfaltige Berührungspunkte mit den entsprechenden Veränderungen des Muskels.

### III. Stoffwechsel des Organs.

#### A. Stoffwechsel des ruhenden Organs.

Das ausgeschnittene (überlebende = absterbende) Organ bildet CO<sup>2</sup>.

Organ in Grammen	bilden in Stunden	CO <sup>2</sup> in Grammen
17.5	2	0.004
18.0	1.25	0.004
40.5	2.5	0.0032

Diese Werthe sind mit einander nicht vergleichbar. Es lässt sich aus ihnen in Folge der durch die Umstände aufgezwungenen Versuchsanordnung kein Verhältniss zwischen Menge des Organs, Zeit und CO<sup>2</sup>-Production ableiten.

## B. Stoffwechsel des thätigen (gereizten) Organs.

### 1. Säuerung beim Schlage.

Es war bekanntlich Boll nicht gelungen Säuerung des Organs bei seiner Thätigkeit nachzuweisen. Glücklicher scheint Sachs <sup>1)</sup> bei Gymnotus gewesen zu sein. Ich glaube nun auch bei Torpedo diese Lücke ausgefüllt zu haben.

Reizt man das Organ eines lebenden Fisches ausserhalb des Wassers anhaltend durch Inductionsströme von allmählig wachsender Intensität direct, d. h. mit Hülfe kammförmiger Elektroden, welche in das Organ eingesenkt werden, so nimmt dies nach etwa einstündigem Reizen eine saure Reaction an. Das bei Beginn des Versuches durch einen scharfen Schnitt abgetrennte (nicht gereizte) Organ desselben Individuums reagirte bei Beendigung des Versuches unverändert alkalisch.

Den gleichen Erfolg hatte starker, andauernder Tetanus des Organs, wie er durch sehr kleine Strychnindosen hervorgerufen wird.

Diese Versuche gelangen nur an kleinen (10–12 cm. langen) Thieren.

Die bei der Reizung des Organs gebildete Säure war schwächer als die unter gleichen Verhältnissen in den Muskeln producirt.

### 2. Kohlensäure-Pröduction.

Das gereizte Organ bildet CO<sup>2</sup>.

Organ in Grammen	bildet in Stunden	CO <sup>2</sup> in Grammen
13	1.0	0.0018
18	1.75	0.0025
25.5	2.5	0.0026

Die hierbei gefundenen Werthe sind weder unter einander noch mit den früher bei Gelegenheit der CO<sup>2</sup>-Production während des Absterbens erhaltenen Grössen vergleichbar. Uebrigens sind diese Versuche nicht mit denen Matteucci's zu verwechseln, in

1) Du Bois-Reymond's Archiv für Physiologie. 1877, S. 73.

welchen die Athmung einer lebenden ruhenden und einer lebenden gereizten Torpedo geprüft wurde<sup>1)</sup>.

### 3. Stoffverbrauch bei der Thätigkeit.

#### A. Verhalten des alkoholischen Extractes.

Nr.	Zustand des Organs	Alkohol- Extr. in pCt. des frischen Organs	Wasser-Extract in pCt. des frischen Organs		
			Rückstand	Asche	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	n	8.2	—	—	—
	g	8.18	—	—	—
2	n	7.66	—	—	—
	g	7.35	—	—	—
3	n	8.17	1.74	0.321	0.125
	g	6.43	1.74	0.315	0.137
4	n	7.784	1.574	0.356	0.0706
	g	7.54	1.36	0.342	0.093
5	n	—	1.31	0.36	0.08
	g	—	1.65	0.34	0.106

In dieser Tabelle bedeutet n nicht gereizt, g gereizt. Die nicht gereizten Organe wurden bei Beginn des Versuches mit einem scharfen Schnitte abgetrennt. In den gereizten Organen war die Circulation aufgehoben.

Man ersieht aus der Tabelle, dass das alkoholische Extract bei der Thätigkeit abnimmt, während nach Helmholtz<sup>2)</sup> bei der Muskelzusamménhang das Entgegengesetzte stattfindet. Es wird also bei der Thätigkeit des Organs ein in Alkohol löslicher Körper verbraucht.

#### B. Verhalten des Wasser-Extractes.

Die mit Alkohol erschöpften Organe wurden mehrmals mit kochendem Wasser ausgezogen.

1) *Traité des Phénomènes électro-physiologiques des Animaux*. 1844. p. 160.

2) *Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w.* 1845. S. 72.

Das nicht gereizte Organ enthält mehr Asche als das gereizte.

Wahrscheinlich wird bei der Thätigkeit des Organs ein Theil der Basen des Wasser-Extractes zur Bildung eines Salzes verbraucht, welches in Alkohol löslich ist. Die Säure dieses Salzes entsteht bei der Thätigkeit des Organs aus dem Lecithin (Glycerinphosphorsäure?).

Diese Hypothese gewinnt an Wahrscheinlichkeit durch den Umstand, dass sich, wie die Tabelle zeigt, im Wasser-Extracte des gereizten Organs mehr anorganische Phosphorsäure findet.

Diese Phosphorsäure kann, soviel wir bis jetzt über die Phosphorhaltigen organischen Körper der thierischen Organe wissen, nur aus dem Lecithin stammen.

Gilt dies auch für das elektrische Organ von Torpedo, so wäre daran zu denken, dass der bei der Thätigkeit des Organs „verbrauchte“, in Alkohol lösliche Körper das Lecithin ist.

Ich behalte mir vor, von diesen hier in aller Kürze mitgetheilten Erfahrungen demnächst eine ausführliche Darstellung zu geben.

Vorstehend geschilderte Versuche wurden im Winter 18<sup>80</sup>/<sub>81</sub> mit Unterstützung der königl preussischen Akademie der Wissenschaften in der zoologischen Station zu Neapel angestellt.

Ich verfehle nicht der hohen Akademie auch an dieser Stelle für die Förderung, welche mir durch dieselbe zu Theil wurde, meinen ehrerbietigsten Dank abzustatten.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen](#)

Jahr/Year: 1878-1880

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Weyl Theodor

Artikel/Article: [Beobachtungen über Zusammensetzung und Stoffwechsel des elektrischen Organs von Torpedo 48-54](#)