

## Beiträge zur Muskelchemie.

### IV. Mitteilung.

**Der Extraktivstickstoff und der freie durch Formol titrierbare Aminostickstoff in der Muskulatur verschiedener Tierarten.**

Von

**G. Buglia und A. Costantino.**

---

(Aus der chemisch-physiologischen Abteilung der zoologischen Station zu Neapel.)

(Der Redaktion zugegangen am 23. November 1912.)

---

#### I.

Das Studium der Extraktivstoffe des Muskelgewebes hat eine besondere Wichtigkeit gewonnen, speziell seitdem die analytischen Untersuchungen zur Kenntnis der verschiedenartigsten Extraktivstoffe geführt haben, die zweifellos von nicht geringer Bedeutung für den tierischen Stoffwechsel sein müssen.

Neben den Extraktivsubstanzen von rein basischem Charakter, die nach den Arbeiten von Gulewitsch, Krimberg,<sup>1)</sup> Kutscher,<sup>2)</sup> Ackermann,<sup>3)</sup> Suzuki und Joshimura<sup>4)</sup> und Suwa<sup>5)</sup> im normalen Muskelgewebe vorhanden sind, haben

<sup>1)</sup> Wl. Gulewitsch, Krimberg und Amiradzibi. Zur Kenntnis der Extraktivstoffe der Muskeln.

Diese Zeitschrift, Bd. 30, S. 565; Bd. 45, S. 326; Bd. 47, S. 471; Bd. 48, S. 412; Bd. 49, S. 89; Bd. 50, S. 204, 361, 535; Bd. 53, S. 514; Bd. 55, S. 466; Bd. 56, S. 417.

<sup>2)</sup> Fr. Kutscher. Zur Kenntnis des Novains. Diese Zeitschrift, Bd. 49, S. 47, 484; Bd. 50, S. 250.

<sup>3)</sup> B. Ackermann und Fr. Kutscher. Zur Konstitutionsermittlung des Novains. Diese Zeitschrift, Bd. 56, S. 220.

<sup>4)</sup> U. Suzuki und K. Joshimura. Über die Extraktivstoffe des Fischfleisches. Diese Zeitschrift, Bd. 62, S. 1.

<sup>5)</sup> A. Suwa. Untersuchungen über die Organextrakte der Sela-chier. Pflügers Arch. f. Physiol. Bd. 128, S. 421.

andere, wie die Aminosäuren, nicht mindere Bedeutung, wie von anderen Autoren, die wir bereits in einer vorhergehenden Arbeit erwähnt haben, gezeigt worden ist.<sup>1)</sup>

Genannte Arbeit betraf die Beziehungen zwischen dem Extraktivstickstoff und dem freien durch Formol titrierbaren Aminostickstoff des Muskelgewebes einiger höheren Tiere und zeigte, daß der letztere einen nicht zu vernachlässigenden Wert repräsentierte. Heute vermögen wir diese Beziehungen noch weiter auszudehnen, indem wir systematische Untersuchungen über den Gesamt-Extraktivstickstoff und über den freien Aminostickstoff der Muskulatur von Tieren der verschiedenartigsten Gattungen angestellt haben. Wir gingen in diesen Versuchen von dem Gedanken aus, daß dieselben, mit den richtigen Mitteln durchgeführt, neue analytische Tatsachen bringen würden, die nicht nur von Nutzen für die Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Muskelgewebes waren, sondern auch einen Anhalt für zukünftige vergleichende Untersuchungen über den Stoffwechsel abgeben konnten. Wir wissen, welche Wichtigkeit die Extraktivstoffe für die Stoffwechselvorgänge besitzen, sei es nun, daß man sie nur als verbrauchtes Material betrachtet, oder, was wahrscheinlicher ist (zum größten Teil wenigstens), als nutzbares Material.

Die Bereitung wässriger von Proteinsubstanzen freier Extrakte ist immer keine leichte Sache, speziell bei einem Studium, in dem man mit den verschiedenartigsten Muskelgeweben zu tun hat; schon anderwärts, bei Gelegenheit der Verarbeitung der glatten<sup>2)</sup> und embryonalen<sup>3)</sup> Muskulatur der höheren Tiere, hatten wir mit dieser Schwierigkeit zu kämpfen. Die Entfernung der Proteine erweist sich aber nicht nur notwendig bei der Bestimmung des Total-Extraktivstickstoffs, sondern auch bei der des Aminostickstoffs, wenn man dabei die Formolmethode von Sørensen befolgt. In der Tat resultiert

---

<sup>1)</sup> G. Buglia und A. Costantino, Beiträge zur Muskelchemie. III. Mitteilung. Diese Zeitschrift, Bd. 81, S. 130.

<sup>2)</sup> G. Buglia u. A. Costantino, l. c.

<sup>3)</sup> G. Buglia u. A. Costantino, Beiträge zur Chemie des Embryos. II. Mitteilung. — Diese Zeitschrift, Bd. 81, S. 155.

aus einer Arbeit von Schiff<sup>1)</sup> und auch aus einer neuen Arbeit von Kossel und Gawrilow,<sup>2)</sup> daß mehrere Proteine (Protamine) einen Einfluß auf die Formoltitrierung des Aminostickstoffs haben können, indem einige von ihnen mit Formol reagieren und daher die Titrierung der Carboxylgruppe erlauben.

Wir berichten nunmehr in der vorliegenden Mitteilung über die Werte des Gesamt-Extraktivstickstoffs und des freien durch Formol titrierbaren Aminostickstoffs, der sich in der Muskulatur einer größeren Anzahl zu den verschiedensten Gattungen gehörigen Land- und Seetieren findet. Zu gleicher Zeit geben wir Bestimmungen des durch Formol titrierbaren Mono- und Diaminosäurestickstoffs, des Totalstickstoffs und des Trockenrückstands.

Wie in den früheren Untersuchungen benutzten wir nur Material von soeben getöteten Tieren, das von allen fremden Substanzen befreit, dann in kleinste Stücke geschnitten, bei 70—80° getrocknet und schließlich im Mörser pulverisiert wurde. Dieses Pulver wurde dann sofort benutzt.

In einigen Fällen stammte das Material von verschiedenen Tieren.

## II.

Zur Bereitung der Flüssigkeit, welche die Extraktivstoffe des Muskels enthält, haben wir die von uns schon eingehend in der III. Mitteilung über die Muskelchemie beschriebene Methodik benutzt, welche ebenfalls in dieser Zeitschrift veröffentlicht wurde.<sup>3)</sup> Wir halten es daher für überflüssig, uns dabei aufzuhalten. Nur bei einigen Tatsachen wollen wir verweilen, welche wir in vorliegenden Versuchen in Betracht gezogen haben.

In oben zitierter Arbeit haben wir schon darauf hingewiesen, daß die Extraktionsflüssigkeit arm an Proteinsubstanzen zu sein scheint. Diese Ansicht, die nur auf Beurteilung des

<sup>1)</sup> H. Schiff, Trennung von Amino- und Säurefunktion in Lösungen von Eiweißkörpern. *Annalen* Bd. 319, S. 287, 1901.

<sup>2)</sup> A. Kossel und N. Gawrilow, Weitere Untersuchungen über die freien Amidogruppen der Proteinstoffe. *Diese Zeitschrift*, Bd. 81, S. 274.

<sup>3)</sup> G. Buglia u. A. Costantino. *Beiträge zur Muskelchemie*. III. Mitteilung. *Diese Zeitschrift*. B. 81, S. 130.

Aussehens der Flüssigkeit basierte, bedurfte jedoch noch eines sicheren und entscheidenden Beweises. Als «Experimentum crucis» haben wir daher einen neuen Weg eingeschlagen. Ein Teil der Extraktionsflüssigkeit wurde nach der Formolmethode von Sörensen titriert, ein anderer Teil dagegen mit 25%iger Salzsäure am Rückflußkühler 24 Stunden hydrolysiert, und hierauf nach geeigneten im ersten Experiment beschriebenen Manipulationen ebenfalls mit Formol titriert. Die Abwesenheit oder Anwesenheit selbst kleinster Mengen von Eiweißkörpern mußte sich also aus der annähernden Übereinstimmung der Formolwerte vor und nach der Hydrolyse ergeben. Auf diese Weise ließ sich konstatieren, ob mit der von uns befolgten Methodik (d. h. Zugabe von Baryt und Chlorbaryum zu der das Muskelpulver enthaltenden wässerig-alkoholischen Flüssigkeit) eine Entfernung der Eiweißkörper möglich war und zwar auch in Fällen, wo dies mit anderen Mitteln schwierig war. Eine genaue Regel über die Menge des zuzusetzenden Baryts und Chlorbaryums können wir auch heute nicht geben, da wir speziell darauf gerichtete Versuche nicht vorgenommen haben. Soviel können wir jedoch sagen, daß es nämlich eine Grenze der Alkalinität gibt, welche in der 10%igen wässerig-alkoholischen Flüssigkeit eine fast vollständige Abtrennung der Proteine bedingt. Diese Grenze erreicht man praktisch auf die Weise, daß man Baryt und Chlorbaryum sukzessive in kleinen Quantitäten zufügt, und zwar bis man nach kurzem Schütteln und Ruhe eine glatte Trennung der flüssigen und festen Phase erhält. Die darüber stehende Flüssigkeit muß absolut klar sein, schnell filtrieren und darf auch bei langem Schütteln keinen Schaum geben. Die ungefähr zuzufügende Menge schwankte zwischen 2—4 g pulverförmigen Baryts plus Chlorbaryums auf 5—10 g Muskelpulver in 100 ccm wässerig-alkoholischer Lösung, und zwischen 5—10 g auf 10—20 g Muskelpulver in 200 ccm wässerig-alkoholischer Flüssigkeit. Es erwies sich stets als Fehler, im Zusatz des Baryts zu weit zu gehen, denn wenn es schon gelingt, eine absolut klare Extraktionsflüssigkeit zu erhalten, so kann diese doch mehr oder minder eiweißreich (Alkali-proteine) sein. Im allgemeinen zeigte die von uns erhaltene Extrak-

tionsflüssigkeit eine gelbliche, mehr oder weniger starke Färbung, jedenfalls jedoch nie so stark, als daß dieselbe nicht leicht und exakt zu titrieren gewesen wäre, und es gelang leicht, durch Zufügung einiger Tropfen Bismarckbraunlösung einer Vergleichslösung denselben Farbton zu geben.

Da es also gelang, mit der genannten Methode von Eiweißsubstanzen nahezu absolut freie Extraktionsflüssigkeiten zu erhalten, so repräsentierte die Gesamtstickstoffbestimmung einen hinreichend getreuen Wert des Stickstoffs der Extraktivstoffe, ein Umstand, der, wie wir schon angedeutet haben, mit anderen Methoden nicht immer leicht zu erreichen ist.

Auf jeden Fall halten wir es jedoch für angezeigt, sich der Abwesenheit oder Anwesenheit geringster Mengen von Eiweißkörpern oder Polypeptiden zu vergewissern, und die Bestimmung des Gesamtstickstoffs der Extraktionsflüssigkeit mit einer Bestimmung des durch Formol titrierbaren Aminosäurestickstoffs vor und nach der Hydrolyse zu vereinigen.<sup>1)</sup>

Die von uns in vorliegender Arbeit befolgten Manipulationen in bezug auf die Bestimmungen des gesamten durch Formol titrierbaren Aminostickstoffs sowie des Mono- und Diaminostickstoffs waren die gleichen wie in unseren früheren Arbeiten. Wir halten es daher für überflüssig, sämtliche experimentelle Daten im Detail wiederzugeben, wir beschreiben nur als Beispiel den ersten experimentellen Versuch ausführlich. Für die anderen Experimente geben wir direkt die auf 100 g Trockensubstanz berechneten Werte.

Die Bestimmungen des Gesamtstickstoffs geschahen nach Kjeldahl. Der Gesamtstickstoff wurde am frischen Muskel bestimmt;<sup>2)</sup> der Trockenrückstand bei 100°—110°.

---

<sup>1)</sup> Die Probe, die Flüssigkeit bei Gegenwart von Essigsäure zu erhitzen, ist nicht immer sicher, um die An- oder Abwesenheit von Eiweißsubstanzen zu demonstrieren; auf der anderen Seite verdient die Prüfung mittels Fällungsreagenzien kein großes Zutrauen, da in der Extraktionsflüssigkeit stets größere oder kleinere Mengen von anderen Substanzen vorhanden sind, von denen wir nicht wissen, ob sie nicht auch gefällt werden.

<sup>2)</sup> Beim Trocknen der Muskeln einiger mariner Tiere konstatierten wir die Entwicklung eines ammoniakalischen Geruchs.

Wir beschreiben die angestellten Experimente, indem wir die Tiere, mit denen wir gearbeitet haben, nach folgender Klassifikation ordnen:<sup>1)</sup>

Wirbeltiere	}	Säugetiere	{	Bos taurus				
		Vögel	{	Gallus bankiva				
			{	Passer domesticus				
		Amphibien	{	Rana esculenta und temporaria				
Wirbeltiere	}	Fische	}	Fische mit knöchernem Skelett	Süßwasserfische	{	Gobio fluviatilis	
					Seefische	{	Labrus turdus	
							{	Crenilabrus pavo
							{	Conger niger
Wirbellose	}	Fische	}	Fische mit knorpeligem Skelett	Seefische	{	Torpedo ocellata	
						{	Scyllium catulus	
		Krebse	{	Maja squinado				
		Mollusken	{	Octopus vulgaris				
	{	Eledone moschata						
Würmer	{	Sipunculus nudus						

### III.

#### A. Wirbeltiere.

##### Säugetiere.

1. *Bos taurus*. Quergestreifte Muskeln vom Schlachthause bezogen.

a) Trockenrückstand des frischen Muskels bei 110° beträgt 22,23%, der des Wassers demnach 77,77%, der Gesamtstickstoff 3,40%.<sup>2)</sup>

b) Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe. Bei 80° getrocknete Muskelsubstanz = 6,164 g (= 6 g bei 110°) + 90 ccm H<sub>2</sub>O + 10 ccm Alkohol. 10 ccm des Filtrats dienen zur Bestimmung des Gesamt-N.

<sup>1)</sup> R. Hertwig, Lehrbuch der Zoologie. G. Fischer, Jena 1905.

<sup>2)</sup> Mittel aus mehreren Bestimmungen.

Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 1,61 g.

c) Freie Aminosäuren. Dieser Versuch wurde von uns schon früher publiziert.<sup>1)</sup> Die erhaltenen Resultate waren die folgenden:

Muskelsubstanz bei 80° getrocknet = 26,2599 g (= 25,1644 g bei 110°) + 225 ccm Wasser + 25 ccm Alkohol.

150 ccm des Filtrats werden gegen Azolithmin neutralisiert, 3 ccm Phenolphthalein (1 g Phenolphthalein in 100 ccm Alkohol und 100 ccm Wasser) zugefügt und auf 200 ccm gebracht (Flüssigkeit A).

Flüssigkeit A. 100 ccm dienen zur Bestimmung des Formol-N.

$$\frac{\text{Ba(OH)}_2}{5} 15,6 \text{ ccm} - \frac{\text{HCl}}{5} 5,3 \text{ ccm} = 10,3 \text{ ccm.}$$

$$10,3 \text{ ccm} - 0,3 \text{ ccm (Korrektion der Probe)} = 10 \text{ ccm.}$$

$$10,0 \text{ ccm} \times 2,8 = 28 \text{ mg.}$$

Durch Formol titrierbarer N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,371 g.

Flüssigkeit A. 50 ccm dienen zur Bestimmung des Ammoniak-N.

Ammoniak-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,104 g.

Durch Formol titrierbarer Amino-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz 0,267 g.

Freie Monoaminosäuren. Flüssigkeit A. 50 ccm + 2 ccm Phenolphthalein + 50 ccm Phosphorwolframsäure. Das Filtrat nach der Barytfällung wird gegen Azolithmin neutralisiert und auf 100 ccm gebracht (Flüssigkeit B).

$$\frac{\text{Ba(OH)}_2}{5} 6,34 \text{ ccm} - \frac{\text{HCl}}{5} 5,4 \text{ ccm} = 0,94 \text{ ccm.}$$

$$0,94 \text{ ccm} - 0,3 \text{ ccm (Korrektion der Probe)} = 0,64 \text{ ccm.}$$

$$0,64 \text{ ccm} \times 2,8 = 1,79 \text{ mg.}$$

Freier, durch Formol titrierbarer N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,094 g.

<sup>1)</sup> G. Buglia und A. Costantino, III. Mitteilung, Beiträge zur Muskelchemie, Diese Zeitschrift, Bd. 81, S. 137, 1912.

Flüssigkeit B. 50 ccm dienen zur Bestimmung des Ammoniak-N.

Ammoniak-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,02 g.

Freier, durch Formol titrierbarer Monoaminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,074 g.

d) Bestimmung des durch Formol titrierbaren Aminostickstoffs der Extraktionsflüssigkeiten nach der Hydrolyse mit Salzsäure (ca. 25%).<sup>1)</sup>

Bei 80° getrocknete Muskelsubstanz = 6,164 g (= 6 g bei 110°) + 90 ccm H<sub>2</sub>O + 10 ccm Alkohol.

50 ccm des Filtrats, nach Konzentration auf dem Wasserbade bis zum Volumen von ca. 30 ccm, wurden mit 50 ccm rauchender Salzsäure 24 Stunden am Rückflußkühler gekocht. Die hydrolysierte Flüssigkeit wurde auf dem Wasserbade bis zur Entfernung der Salzsäure verdampft. Der im Wasser gelöste Rückstand wurde zunächst mit Baryt nahezu neutralisiert und dann mit 25 ccm einer gesättigten methyllkoholischen Barytlösung alkalisch gemacht. Diese Flüssigkeit dient zur Bestimmung des Ammoniakstickstoffs und wurde im Vakuum bei 40° bis zur Trockne destilliert.

Der Aminostickstoff wurde in dem bei der Ammoniakdestillation verbleibenden Rückstand bestimmt (nach Sörensen).

Ammoniak-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,196 g.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,38 g.

### Vögel.

1. Gallus bankiva. Quergestreifte Muskeln (weiße).

a) Trockenrückstand des frischen Muskels bei 100—110° beträgt 24,51%, der des Wassers 75,49%; Gesamt-N in Prozenten der bei 100—110° getrockneten Substanz = 13,79.

b) Freie Aminosäuren. 12,837 g Trockensubstanz (80°) = 12,015 (110°) wurde zur Analyse verwendet.

<sup>1)</sup> Donald D. van Slyke, The conditions for complete hydrolysis of Proteins, The Journal of Biol. Chemistry, Bd. 12, S. 295, 1912.



Durch Formol titrierbarer Amino-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 0,52 g.

2. *Passer domesticus*. Brustmuskeln verschiedener Tiere.

a) Trockenrückstand des frischen Muskels bei  $100-110^{\circ}$  beträgt 24,35%, der des Wassers demnach 75,65%, Gesamt-N in Prozenten der bei  $100-110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 14,01.

b) Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe. Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 1,95 g.

c) Freie Aminosäuren. 13,395 g Trockensubstanz ( $80^{\circ}$ ) = 12,01 g ( $110^{\circ}$ ) wurde zur Analyse verwendet.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 0,52 g.

Freie Monoaminosäuren. Durch Formol titrierbarer Monoaminosäure-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 0,19 g.

d) Bestimmung des durch Formol titrierbaren Aminostickstoffs der Extraktionsflüssigkeiten, nach der Hydrolyse mit Salzsäure.

Ammoniak-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 0,194 g.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 0,49 g.

### Amphibien.

1. *Rana temporaria* und *esculenta*. Muskeln der vorderen Extremitäten.

a) Trockenrückstand der frischen Muskeln bei  $110^{\circ}$  beträgt 19,30%, der des Wassers demnach 80,7%, der Gesamtstickstoff 2,67%.

b) Freie Aminosäuren. 15,025 g Trockensubstanz ( $80^{\circ}$ ) = 14,39 ( $110^{\circ}$ ) wurde zur Analyse verwendet.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 0,34 g.

Freie Monoaminosäuren. Freier, durch Formol titrierbarer Monoaminosäure-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 0,198 g.

## Knochenfische (Süßwasserfische).

1. *Gobio fluviatilis*.

a) Trockenrückstand des frischen Muskels bei 100—110° beträgt 21,33%, der des Wassers 78,67%; Gesamt-N in Prozenten der bei 100—110° getrockneten Substanz = 14,11 g.

b) Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe.

Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 1,83 g.

c) Freie Aminosäuren. 17,62 g Trockensubstanz (80°) = 15,77 g (110°) wurde zur Analyse verwendet.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten bei 110° getrockneten Substanz = 0,353 g.

Freie Monoaminosäuren. Durch Formol titrierbarer Monoaminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,137 g.

d) Bestimmung des durch Formol titrierbaren Aminostickstoffs der Extraktionsflüssigkeiten, nach der Hydrolyse mit Salzsäure.

Ammoniak-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,17 g. Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten des bei 110° getrockneten Muskels = 0,58 g.

(Seewasserfische.)<sup>1)</sup>

1. *Labrus turdus*.

a) Trockenrückstand des frischen Muskels bei 100—110° beträgt 21,47%, der des Wassers demnach 78,53%, der Gesamtstickstoff 3,19%.

b) Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe.

Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 2,19 g.

c) Freie Aminosäuren. 10,331 g Trockensubstanz (80°) = 9,98 g (110°) wurden zur Analyse verwendet.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,28 g.

<sup>1)</sup> Die Tiere wurden im Golfe während der Monate Juli, August und September gesammelt und benutzt, nachdem sie einige Tage im Aquarium gehalten worden waren.

d) Bestimmung des durch Formol titrierbaren Amino- stickstoffs der Extraktionsflüssigkeiten, nach der Hydrolyse mit Salzsäure. Ammoniak-N in Prozenten der bei 110° getrock- neten Substanz = 0,295 g.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,52 g.

## 2. *Crenilabrus pavo*.

a) Trockenrückstand des frischen Muskels bei 100 bis 110° beträgt 19,55%, der des Wassers demnach 80,45%, der Gesamtstickstoff 2,90%.

### b) Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe.

Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 2,93 g.

c) Freie Aminosäuren. 16,548 g Trockensubstanz (80°) = 15,98 (110°) wurde zur Analyse verwendet.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,337.

## 3. *Conger niger*.

a) Trockenrückstand des frischen Muskels bei 100–110° beträgt 21,51%, der des Wassers demnach 78,49%, der Ge- samtstickstoff 3,27%.

b) Freie Aminosäuren. 17,688 g Trockensubstanz (80°) = 16,35 g (110°) wurde zur Analyse verwendet.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei 110° Substanz = 0,465 g.

Freie Monoaminosäuren. Durch Formol titrierbarer Monoaminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,375 g.

## Fische mit knorpeligem Skelett (Seewasserfische).

### 1. *Torpedo ocellata*.

a) Trockenrückstand des frischen Muskels bei 100 beträgt 24,08%, der des Wassers demnach 75,92%, der Ge- samtstickstoff 3,95%.

### b) Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe.

1a. Probe. Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe in Pro- zenten des bei 110° getrockneten Muskels = 6,33 g.

2a. Probe. Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe in Prozenten des bei  $110^{\circ}$  getrockneten Muskels = 6,65 g.

c) Freie Aminosäuren. 16,857 g Trockensubstanz ( $80^{\circ}$ ) = 15,64 g ( $110^{\circ}$ ) wurde zur Analyse verwendet.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 0,819 g.

Freie Monoaminosäuren. Durch Formol titrierbarer Monoaminosäure-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 0,353 g.

d) Bestimmung des durch Formol titrierbaren Aminosäure-N der Extraktionsflüssigkeiten nach der Hydrolyse mit Salzsäure. Ammoniak-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 2,03 g.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 0,967 g.

## 2. Scyllium catulus.

a) Trockenrückstand des frischen Muskels bei  $100-110^{\circ}$  beträgt 21,56%, der des Wassers demnach 78,44%, der Gesamtstickstoff 3,79%.

b) Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe.

1a. Probe. Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 8,074 g.

2a. Probe. Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 7,61 g.

c) Freie Aminosäuren. 15,556 g Trockensubstanz ( $80^{\circ}$ ) = 13,93 g ( $110^{\circ}$ ) wurde zur Analyse verwendet.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 0,194 g.

Freie Monoaminosäuren. Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 0,11 g.

d) Bestimmung des durch Formol titrierbaren Aminostickstoffs der Extraktionsflüssigkeiten, nach der Hydrolyse mit Salzsäure. Ammoniak-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 3,38 g.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei  $110^{\circ}$  getrockneten Substanz = 0,40 g.

**B. Wirbellose Tiere.****Krebse.****1. Maja squinado.<sup>1)</sup>**

a) Trockenrückstand des frischen Muskels bei 100–110° beträgt 17,57%, der des Wassers demnach 82,43%, der Gesamtstickstoff 2,53%.

b) Freie Aminosäuren. 17,328 g Trockensubstanz (80°) = 15,83 g (110°) wurde zur Analyse verwendet.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 2,354 g.

Freie Monoaminosäuren. Durch Formol titrierbarer Monoaminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 1,253 g.

**Mollusken.****1. Octopus vulgaris. Mantelmuskeln.**

a) Trockenrückstand der frischen Muskeln bei 100° beträgt 23,31%, der des Wassers demnach 76,69%, der Gesamtstickstoff 3,24%.

b) Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe.

1 a. Probe. Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 4,62 g.

2 a. Probe. Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 4,08 g.

c) Freie Aminosäuren. 13,19 g Trockensubstanz (80°) = 12,16 g (110°) wurde zur Analyse verwendet.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,945 g.

Freie Monoaminosäuren. Durch Formol titrierbarer Monoaminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,255 g.

d) Bestimmung des durch Formol titrierbaren Amino- stickstoffs der Extraktionsflüssigkeiten, nach der Hydrolyse mit Salzsäure. Ammoniak-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,234 g.

<sup>1)</sup> Die Tiere waren in einer Periode, in der ihre Muskulatur reduziert war.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 1,176 g.

1 bis. *Octopus vulgaris*. Armmuskeln.

a) Freie Aminosäuren. 14,443 g Trockensubstanz (80°) = 13,67 g (110°) wurde zur Analyse verwendet.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 1,119 g.

Freier Monoaminosäure-N. Durch Formol titrierbarer Monoaminosäuren-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,327 g.

Henze<sup>1)</sup> hat versucht in dem wässerigen Extrakt von *Octopus vulgaris* die Gegenwart von Monamidosäuren festzustellen. Aus seinen Versuchen geht hervor, daß nur Taurin aufzufinden war. Die Quantität genannter Substanz beläuft sich auf 0,5% oder auf 0,055% Taurinstickstoff auf frischen Muskel berechnet.

Dieser Wert entspricht dem von uns für den Stickstoff der freien Aminosäuren gefundenen Wert im Mantelmuskel des *Octopus* (0,059% des frischen Muskels). Um zu entscheiden, ob der von uns für die Monamidosäuren gefundene Wert ausschließlich auf das Taurin zu beziehen war, haben wir uns gefragt, ob das Taurin überhaupt mit Formol zu titrieren sei. Da sich keine Angabe in der Literatur fand, haben wir eine darauf bezügliche Probe gemacht. Das dazu benutzte Taurin wurde uns liebenswürdigerweise von Prof. Henze zur Verfügung gestellt, der es aus Muskelextrakten von *Octopus vulgaris* dargestellt hatte. Es wurde noch aus 50%igem Alkohol umkrystallisiert und bis zu konstantem Gewicht getrocknet.

0,1244 g Taurin werden in 50 ccm Wasser + 1 ccm Phenolphthalein gelöst und gegen Azolithmin neutralisiert.

25 ccm dieser Lösung werden mit Formol titriert:

$$\frac{\text{Ba(OH)}_2}{5} 9,98 \text{ ccm} - \frac{\text{HCl}}{5} 4,53 \text{ ccm} = 5,45 \text{ ccm.}$$

$$5,45 \text{ ccm} - 0,1 \text{ (Korrektion der Probe)} = 5,35 \text{ ccm.}$$

$$5,35 \text{ ccm} \times 2,8 = 14,9 \text{ mg.}$$

<sup>1)</sup> M. Henze, Beiträge zur Muskelchemie der Octopoden. Diese Zeitschrift, Bd. 43. S. 476.

Durch Formol titrierbarer Amino-N in Prozenten der Substanz = 11,9 g.

Theoretischer Wert des Taurin-N in Prozenten der Substanz = 11,02 g.

Diese Probe erlaubt den Schluß, daß das Taurin (eine Monaminosäure, in der die Carboxylgruppe durch die Sulfosäuregruppe ersetzt ist) mittels Formol exakt zu titrieren ist, und daß die freien Monaminosäuren des *Octopus vulgaris* vollständig durch Taurin vertreten werden.

Auch haben wir Gelegenheit gehabt, eine gewisse Quantität Nierensekret (Harn?) von *Octopus vulgaris* zu sammeln, und darin den Gehalt an Aminosäuren bestimmt. Wir geben das Resultat wieder, da es vielleicht einen gewissen Wert zur Beurteilung des Stoffwechsels dieses Tieres haben kann.

Wir entnahmen 50 ccm des Harns, fügten 2 ccm Phenolphthalein und 3 g festen Baryt + Chlorbaryum zu. Die Flüssigkeit wurde hierauf auf 100 ccm aufgefüllt und nach 15 Minuten filtriert. 80 ccm davon wurden mit Azolithmin genau neutralisiert und mit kochendem Wasser auf 100 ccm aufgefüllt (Flüssigkeit A).

Flüssigkeit A. 50 ccm dienen zur Bestimmung des Formol-N.

$$\frac{\text{Ba(OH)}_2}{5} 6,04 \text{ ccm} - \frac{\text{HCl}}{5} 4,7 \text{ ccm} = 1,34 \text{ ccm.}$$

$$1,34 \text{ ccm} - 0,1 \text{ ccm (Korrektion der Probe)} = 1,24 \text{ ccm.}$$

$$1,24 \text{ ccm} \times 2,8 = 3,4 \text{ mg.}$$

Gesamtformol-N % ccm der Harn = 0,017 g.

Flüssigkeit A. 50 ccm dienen zur Bestimmung des Ammoniak-N.

Ammoniak-N % ccm der Harn = 0,010 g.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N % ccm der Harn = 0,007 g.

Aus der Bestimmung folgt, daß im Nierensekret von *Octopus vulgaris* sich eine sehr kleine Menge freien durch Formol titrierbaren Stickstoffs findet.

## 2. *Eledone moschata*.

a) Trockenrückstand des frischen Muskels bei 100°

beträgt 22,42%, der des Wassers demnach 77,58%, der Gesamtstickstoff 3,20%.

b) Freie Aminosäuren. 7,493 g Trockensubstanz (80°) = 7,13 g (110°) wurde zur Analyse verwendet.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,90 g.

### Würmer.

1. *Sipunculus nudus*. Die Muskulatur wurde in der Weise gesammelt, daß die innere Seite der Körperwandungen abgekratzt wurde, nachdem die Organe der Cavita celomatica entfernt worden waren.

a) Trockenrückstand des frischen Muskels bei 100—110° beträgt 21,44%, der des Wassers demnach 78,56%, der Gesamtstickstoff 2,79%.

b) Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe. Gesamt-N der Muskelextraktivstoffe in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 6,14 g.

c) Freie Aminosäuren. 13,866 g Trockensubstanz (80°) = 13,10 g (110°) wurde zur Analyse verwendet.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 2,75 g.

Freie Monoaminosäure. Durch Formol titrierbarer Monoaminosäure-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 1,48 g.

d) Bestimmung des durch Formol titrierbaren Aminostickstoffs der Extraktionsflüssigkeiten, nach der Hydrolyse mit Salzsäure.

Ammoniak-N in Prozenten der bei 110° getrockneten Substanz = 0,221 g.

Durch Formol titrierbarer Aminosäure-N in Prozenten der bei getrockneter Substanz = 2,49 g.

Zu den folgenden Tabellen stellen wir die in den einzelnen Experimenten erhaltenen Werte zusammen, indem wir die Tiere auch hier nach der schon erwähnten Klassifizierung ordnen:



Tabelle I.  
Werte in Prozenten des bei 110° getrockneten Muskels.

Tiere	Gesamt-N g	Extraktivstoff N- g	Freier durch Formol titrierbarer Amino-N g			Durch Formol titrierbarer Amino-N der Extraktionsflüssigkeiten nach der Hydrolyse g	Ammoniak-N der Extraktionsflüssigkeiten nach der Hydrolyse g	Protein-N (Gesamt-N — Extraktiv-N) g
			Gesamt	Mon-amino	Diamino (aus Differenz)			
<i>Bos taurus</i> . . . . .	15,31	1,61	0,26	0,08	0,18	0,38	0,19	13,70
<i>Gallus bankiva</i> <sup>1)</sup> . . . . .	13,79	—	0,52	—	—	—	—	—
<i>Passer domesticus</i> <sup>1)</sup> . . . . .	14,01	1,95	0,52	0,19	0,33	0,49	0,19	12,06
<i>Rana temporaria</i> und <i>esculenta</i> . . . . .	13,87	—	0,34	0,20	0,14	—	—	—
<i>Gobio fluviatilis</i> <sup>1)</sup> . . . . .	14,11	1,83	0,35	0,13	0,21	0,58	0,17	12,28
<i>Labrus turdus</i> . . . . .	14,85	2,19	0,28	—	—	0,52	0,29	12,66
<i>Grenilabrus pavo</i> . . . . .	14,83	2,93	0,33	—	—	—	—	11,90
<i>Conger niger</i> . . . . .	15,23	—	0,46	0,37	0,09	—	—	—
<i>Torpedo ocellata</i> . . . . .	16,40	6,33 6,65	0,82	0,35	0,47	0,97	2,03	10,07 9,75
<i>Scyllium catulus</i> . . . . .	17,57	8,07 7,61	0,19	0,11	0,08	0,40	3,38	9,50 9,96
<i>Maja squinado</i> . . . . .	14,40	—	2,35	1,25	1,10	—	—	—
<i>Octopus vulgaris</i> (Mantelmuskeln)	13,89	4,62 4,08	0,94	0,25	0,69	1,17	0,28	9,27 9,81
<i>Octopus vulgaris</i> (Armmuskeln) . . . . .	—	—	1,12	0,33	0,79	—	—	—
<i>Eledone moschata</i> . . . . .	14,27	—	0,90	—	—	—	—	—
<i>Sipunculus nudus</i> . . . . .	13,01	6,14	2,75	1,48	1,27	2,49	0,22	6,87

<sup>1)</sup> Gesamt-N wurde in der bei 100—110° getrockneten Substanz bestimmt.

Tabelle II.

Werte in Prozenten des frischen Muskels.

Tiere	Gesamt-N g	Extraktivstoff-N g	Freier durch Formol titrierbarer Amino-N g			Protein-N (Gesamt-N — Extraktiv-N) g
			Gesamt	Mono-amino	Diamino (aus Differenz)	
<i>Bos taurus</i> . . . . .	3,40	0,37	0,059	0,016	0,043	3,03
<i>Gallus bankiva</i> . . . . .	3,38	—	0,127	—	—	—
<i>Passer domesticus</i> . . . . .	3,41	0,47	0,126	0,046	0,080	2,94
<i>Rana temporaria</i> und <i>esculenta</i>	2,67	—	0,065	0,038	0,027	—
<i>Gobio fluviatilis</i> . . . . .	3,01	0,39	0,074	0,027	0,047	2,62
<i>Labrus turdus</i> . . . . .	3,19	0,47	0,060	—	—	2,72
<i>Crenilabrus pavo</i> . . . . .	2,90	0,57	0,065	—	—	2,33
<i>Conger niger</i> . . . . .	3,27	—	0,099	0,080	0,019	—
<i>Torpedo ocellata</i> . . . . .	3,95	1,56	0,197	0,074	0,123	2,39
<i>Scyllium catulus</i> . . . . .	3,79	1,69	0,041	0,023	0,018	2,10
<i>Maja squinado</i> . . . . .	2,53	—	0,413	0,220	0,193	—
<i>Octopus vulgaris</i> (Mantelmuskeln)	3,24	1,07	0,219	0,059	0,160	2,17
<i>Eledone moschata</i> . . . . .	3,20	—	0,201	—	—	—
<i>Sipunculus nudus</i> . . . . .	2,79	1,31	0,589	0,317	0,272	1,48

Tabelle III.

Werte in Prozenten des Gesamtstickstoffs des frischen Muskels.

Tiere	Extraktivstoff-N g	Freier durch Formol titrierbarer Amino-N g			Protein-N (Gesamt-N — Extraktiv-N) g
		Gesamt-N	Mono-amino-N	Diamino-N (aus Differenz)	
<i>Bos taurus</i> . . . . .	10,88	1,73	0,47	1,26	89,12
<i>Gallus bankiva</i> . . . . .	—	3,75	—	—	—
<i>Passer domesticus</i> . . . . .	13,78	3,69	1,34	2,35	86,21
<i>Rana temporaria</i> und <i>esculenta</i>	—	2,43	1,42	1,01	—
<i>Gobio fluviatilis</i> . . . . .	12,95	2,45	0,89	1,56	87,04
<i>Labrus turdus</i> . . . . .	14,73	1,88	—	—	85,27
<i>Crenilabrus pavo</i> . . . . .	19,65	2,24	—	—	80,35
<i>Conger niger</i> . . . . .	—	3,02	2,44	0,58	—
<i>Torpedo ocellata</i> . . . . .	39,49	4,98	1,87	3,11	60,51
<i>Scyllium catulus</i> . . . . .	44,59	1,09	0,60	0,49	55,41
<i>Maja squinado</i> . . . . .	—	16,32	8,69	7,63	—
<i>Octopus vulgaris</i> (Mantelmuskeln)	33,02	6,75	1,82	4,93	66,97
<i>Eledone moschata</i> . . . . .	—	6,28	—	—	—
<i>Sipunculus nudus</i> . . . . .	46,95	21,11	11,36	9,75	53,05

Tabelle IV.

Werte in Prozenten des Extraktivstoffs des frischen Muskels.

Tiere	Freier durch Formol titrierbarer Amino-N		
	g		
	Gesamt-N	Monoamino-N	Diamino-N (aus Differenz)
<i>Bos taurus</i> . . . . .	15,94	4,32	11,62
<i>Passer domesticus</i> . . . . .	26,81	9,78	17,03
<i>Gobio fluviatilis</i> . . . . .	18,97	6,92	12,05
<i>Labrus turdus</i> . . . . .	12,76	—	—
<i>Crenilabrus pavo</i> . . . . .	22,41	—	—
<i>Torpedo ocellata</i> . . . . .	12,62	4,74	7,88
<i>Scyllium catulus</i> . . . . .	2,42	1,36	1,06
<i>Octopus vulgaris</i> (Mantelmuskeln)	20,46	5,51	14,95
<i>Sipunculus nudus</i> . . . . .	44,96	24,20	20,76

## IV.

## Schlußfolgerungen.

Aus den wiedergegebenen Experimenten und Tabellen resultieren folgende bemerkenswerten Tatsachen:

a) Die nach der von uns angegebenen Methode bereiteten Muskelextrakte sind äußerst arm an Eiweißsubstanzen (Proteine, Albumosen, Polypeptide).

In der Tat sind die in der ersten Tabelle wiedergegebenen Werte, die sich auf den Gehalt an freiem durch Formol titrierbarem Aminostickstoff in der Extraktionsflüssigkeit beziehen, fast identisch mit denen, welche sich auf dieselbe Flüssigkeit beziehen, nachdem sie der Hydrolyse unterworfen wurde.

b) Gesamtstickstoff. Bei Betrachtung der Werte des Gesamtstickstoffs, seien sie bezogen auf 100 g bei 100—110° getrockneter Muskelsubstanz oder bezogen auf 100 g frischen Muskel (I. und II. Tabelle), beobachtet man keine auffallenden Unterschiede bei den von uns untersuchten Tieren. Unabhängig also von der Gattung zeigt sich eine gewisse Übereinstimmung in der Menge des Gesamtstickstoffs des Muskelgewebes. Nur bei den Selachiern (*Torpedo ocellata* und *Scyllium catulus*) übersteigt der Wert etwas das Mittel

(14,68% der Trockensubstanz) während er umgekehrt bei den Würmern (*Sipunculus nudus*) ein wenig tiefer ist.

c) Extraktivstickstoff. Betrachtet man hingegen die Werte des in 100 g Muskelrockensubstanz oder in 100 g frischen Muskels (I. und II. Tabelle) enthaltenen Extraktivstickstoffs, so beobachtet man einen bedeutenden Unterschied zwischen den in unseren Versuchen benutzten Tieren; im allgemeinen läßt sich sagen, daß in der Muskulatur der von uns studierten Invertebraten der Extraktivstickstoff<sup>1)</sup> außerordentlich hoch ist (bei *Sipunculus nudus* z. B. beträgt der Extraktivstickstoff etwa die Hälfte des Gesamtstickstoffs), während er in derjenigen der Vertebraten relativ niedrig ist; doch auch in diesem Falle machen *Torpedo ocellata* und *Scyllium catulus* (Knorpelfische) eine Ausnahme, indem sie einen sehr erhöhten Wert (mehr als  $\frac{1}{3}$  des Gesamtstickstoffs) aufweisen.

In gleicher Weise ergibt sich bei Betrachtung des Verhältnisses zwischen Extraktivstickstoff und Gesamtstickstoff (Tabelle IV), daß zwischen den von uns benutzten Vertebraten und Evertebraten analoge Differenzen existieren wie bei Betrachtung des Prozentgehalts zwischen trockener und frischer Muskelsubstanz, d. h. nämlich, daß der Totalstickstoff einen nahezu konstanten Wert hat.

d) Proteinstickstoff.<sup>2)</sup> Subtrahiert man vom Gesamtstickstoff den Extraktivstickstoff, so erhält man den Proteinstickstoff. Da nun der Gehalt an Gesamtstickstoff der Muskulatur der von uns benutzten Tiere nahezu konstant ist, so folgt daraus, daß, je höher der Extraktivstoff ist, um so niedriger der Gehalt an Eiweißstickstoff sein muß. Es resultiert das eklatant aus Tabelle I und II, worin die Werte in Prozenten auf Trocken- und auf Frischsubstanz bezogen

<sup>1)</sup> Auch andere Autoren (Suzuki und K. Joshimura, l. c.), abgesehen davon, daß sie eine nicht einwandfreie Methodik benutzt haben, haben sehr hohe Werte für den Extraktivstickstoff in der Muskulatur einiger Fische gefunden; z. B. im Katsuo (*Gymnosarda pelamis* oder Bonito) 3,17 g Extraktivstickstoff auf 14,6 g Totalstickstoff und im Maguro (*Tymnus thunus*) 3,74 g Extraktivstickstoff auf 14,86 g Gesamtstickstoff.

<sup>2)</sup> Im Proteinstickstoff ist auch die kleine Quantität Lipoidstickstoff inbegriffen.

sind, ebenso auch aus Tabelle III, woselbst sich die Werte auf Prozente des Gesamtstickstoffs des frischen Muskels beziehen. Vergleicht man in letztgenannter Tabelle die extremen Werte, d. h. diejenigen, welche sich auf *Bos taurus* und *Sipunculus nudus* beziehen, so sieht man, daß im ersteren Falle der Eiweißgehalt 89,12% des Gesamtstickstoffs beträgt, im letzteren Falle dagegen nur 53,05.

e) Der Ammoniakstickstoff der Extraktionsflüssigkeit nach der Hydrolyse. In Tabelle I haben wir auch die Werte für den Gehalt der Extraktionsflüssigkeit nach erfolgter Hydrolyse an Ammoniakstickstoff wiedergegeben. Diese Werte zeigen, ein wie großer Teil des Extraktivstickstoffs in Ammoniak überführbar ist durch kochende Salzsäure.

Aus den genannten Zahlen ergibt sich, daß bei den von uns verwendeten Tieren der Ammoniakstickstoff nur bei zweien sehr groß ist, während er bei den übrigen konstant und zwar niedrig ist. Die hohen Werte finden sich speziell bei *Torpedo ocellata* (2,03 Proz. der Trockensubstanz) und bei *Scyllium catulus* (3,38 Proz. der Trockensubstanz).

Die Erklärung hierfür ist leicht zu geben, indem vor längerer Zeit von Städler und Frerichs<sup>1)</sup> gemachte Versuche gezeigt haben, daß die Organe der Selachier reich an Harnstoff sind, und Schröder<sup>2)</sup> stellte fest, daß die frische Muskelsubstanz von *Scyllium catulus* 1,95% Harnstoff enthält. Da man weiß, daß Harnstoff durch kochende Salzsäure leicht Ammoniak abspaltet, so erklärt sich der hohe Wert für Ammoniakstickstoff, der bei *Torpedo ocellata* und *Scyllium catulus* nach der Hydrolyse gefunden wurde. Ebenso leicht erklärt sich auch die verhältnismäßig hohe Gesamt- als auch Extraktivstickstoffmenge, die wir in der Muskulatur der gleichen Tiere gefunden haben.

f) Freier durch Formol titrierbarer Aminostickstoff: In der Muskulatur aller von uns untersuchten und zu den allerverschiedensten Spezien gehörenden Tiere findet man stets eine beträchtliche Menge

<sup>1)</sup> Städler und Frerichs, Journ. f. prakt. Chem., Bd. 73, S. 18.

<sup>2)</sup> Schröder, Diese Zeitschr., Bd. 14, S. 576.

freien durch Formol titrierbaren Aminostickstoff. Die Menge des freien durch Formol titrierbaren Aminostickstoffs, wie auch die des Extraktivstickstoffs, ist bei den Invertebraten bedeutend höher als bei den Vertebraten. (Tabelle I und II.) Z. B. ist sie bei *Maja squinado* und *Sipunculus nudus* um ca. das sechsfache höher als bei den Knochenfischen und bei anderen höheren Vertebraten. Nur eine Ausnahme macht unter den Vertebraten *Torpedo ocellata*, der eine relativ große Menge freien durch Formol titrierbaren Aminostickstoff aufweist. Hier also verhält sich *Torpedo ocellata* nicht, wie im Falle des Harnstoffs, analog zu anderen Selachiern, *Scyllium catulus*, indem die Muskeln dieses Tieres nur einen geringen Gehalt an freiem durch Formol titrierbaren Aminostickstoff haben.

Auch die auf Prozente des Gesamtstickstoffs bezogenen Werte des freien durch Formol titrierbaren Aminostickstoffs (Tabelle III) führen die eben genannten Tatsachen deutlich vor Augen.

Betrachtet man hingegen die Quantität des freien durch Formol titrierbaren Aminostickstoffs im Verhältnis zur Quantität des Extraktivstickstoffs (Tabelle IV), so ergibt sich, daß die Werte bei den von uns studierten verschiedenen Tieren in nicht sehr weiten Grenzen schwanken; der Aminostickstoff beträgt ca.  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$  des Extraktivstickstoffs. Ausgenommen hiervon sind *Sipunculus nudus*, woselbst der Wert sehr hoch ist und die Hälfte des gesamten Extraktivstickstoffs beträgt, sowie *Scyllium catulus*, wo der Wert sehr niedrig ist. Der Grund dafür ist darin zu sehen, daß die auf Prozente des frischen oder bei 110° getrockneten Muskels bezogenen Werte des Extraktivstickstoffs bei den verschiedenen Tierarten außerordentlich große Schwankungen durchmachen und zwar parallel zu denen des freien Aminostickstoffs, während, wie wir gesehen haben, die Werte des Gesamtstickstoffs nahezu gleich sind.

g) Freier durch Formol titrierbarer Monamino- und Diaminostickstoff. Aus den wiedergegebenen Tabellen ergibt sich, daß in der Muskulatur aller von uns geprüften Tiere eine gewisse Menge freier durch For-

mol titrierbarer Mono- und Diaminostickstoff nachzuweisen ist.

Die eine oder andere Art dieses freien Aminostickstoffs findet sich in überwiegender Menge bei denjenigen Tieren, bei denen der freie Gesamtaminostickstoff vorherrscht. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß der Diaminostickstoff den Monoaminostickstoff überwiegt, obwohl sich keine feste Regel geben läßt. Da wir die Formolmethode angewandt haben, so lassen sich selbstverständlich nicht die qualitativen Unterschiede in bezug auf den freien Mono- oder Diaminostickstoff der verschiedenen Tierarten angeben. Jedoch können wir in einigen Fällen nahezu mit Sicherheit sagen, daß der Wert des freien durch Formol titrierbaren Monoamidostickstoffs nahezu vollständig durch den Stickstoff einer einzigen Monoaminosäure geliefert wird. So haben wir für *Octopus vulgaris* gezeigt, daß die Menge des freien durch Formol titrierbaren Monoamidostickstoffs mit der Menge des Taurinstickstoffs korrespondiert, die in der Muskulatur dieses Tieres durch Henze<sup>1)</sup> quantitativ bestimmt worden ist.

Aus diesem Überblick ergibt sich demnach, daß beträchtliche Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung des Muskelgewebes der höheren Tiere im allgemeinen (Vertebraten) und desjenigen der niederen Tiere (Invertebraten) bestehen, sofern wir sie untersucht haben. Damit glauben wir jedoch nicht einen konstanten Charakterunterschied zwischen diesen beiden Tierklassen festgestellt zu haben. Im Gegenteil wir haben unter den Vertebraten einige (Selachier) gefunden, die sich hinsichtlich gewisser chemischer Eigenschaften ihres Muskelgewebes den Evertebraten nähern, und in bezug auf letztere halten wir es für nicht ausgeschlossen, daß es darunter auch solche geben kann, die sich den höheren Tieren darin nähern. Auf jeden Fall erlaubt eine Betrachtung der gefundenen experimentellen Tatsachen die Vermutung, daß die in den Muskelgeweben der verschiedenen Tiere existierenden chemischen Differenzen auch von parallellaufenden Differenzen nicht nur des Stoffwechsels der Gewebe dieser Tiere, sondern auch

<sup>1)</sup> M. Henze, l. c.

des allgemeinen Stoffwechsels begleitet sind. Wir haben die Absicht, in dieser Hinsicht spezielle Untersuchungen zu beginnen, durch die wir feststellen wollen, welche Bedeutung die sogenannten Extraktivstoffe des Muskels für den Stoffwechsel haben; vor allem scheinen uns dieselben interessant bei den niederen Tieren, bei denen man über den Stoffwechsel sehr wenig unterrichtet ist.

Wir sind Herrn Prof. Henze zu besonderem Dank verpflichtet für die vielen uns lebenswürdigerweise gegebenen Ratschläge, ebenso danken wir Herrn Prof. Cerruti, der uns stets das zu diesen Versuchen dienende Material zu verschaffen wußte.

