



## Das Eisen und das Hämoglobin im blutfreien Muskel. 7756

Von Dr. med. St. Szc. Zaleski,

Assistenten des pharmakol. Univ.-Instituts und Docenten des Veter.-Instituts zu Dorpat.

Rücksichtlich der grossen Bedeutung des Eisens in der Physiologie der Tiere und vielleicht auch der Pflanzen erscheint ganz besonders wichtig die Lösung der Frage zu sein, ob in jedem normalen Gewebe und in jedem normalen Organ das Eisen in der That vorhanden ist und wie gross die Mengen desselben sind.

Da die Leber aller Wahrscheinlichkeit nach eine gewisse Rolle bei der Blutbildung, oder aber bei der Blutzerstörung, oder schliesslich, bei Ausübung beider genannten Functionen, was auch möglich ist, spielt, so wandte ich vor Allem meine Aufmerksamkeit der Eisenfrage in der normalen, vollständig blutfreien Leber zu. In den diesbezüglichen, teilweise schon publicirten<sup>1)</sup> Untersuchungen ist es mir gelungen nachzuweisen, dass das Eisen zu den beständigen physiologischen Bestandteilen dieses Organes gehört, die Verbindungen des in der Rede stehenden Metalles für die Leber anzugeben und die Mengen desselben für die Leber verschiedener Tiere zu bestimmen.

Dieselben Methoden, die in der eben erwähnten Arbeit angewandt wurden, haben es mir jetzt ermöglicht, die Frage zu entscheiden, ob vollständig blutfreier Muskel eines normalen Tieres eisenhaltig sei und die Eisenmengen in demselben quantitativ zu bestimmen.

Zu diesem Zweck nahm ich eine 3 monatliche Katze, entblutete sie, soweit es ging, durch einen Schnitt in der Art. carotis und führte dann 2 Canülen ein — eine in den oberen Teil des Ramus desc. aortae und die andere in den benachbarten Teil der Vena cava asc. Das Tier war dann noch warm und die Herzcontractionen, obwohl sehr schwach und selten, lieferten den Nachweis, dass die Lebensfunctionen noch nicht vollständig aufgehört hatten. Nach diesem einleitenden Verfahren wurde das Tier künstlich mit 2,5 proc. Rohrzuckerlösung in einem Durchleitungsapparate durch-

<sup>1)</sup> St. SZCZ. ZALESKI, Studien über die Leber. I. Das Eisen der Leber. Ztschr. f. physiol. Chemie 1886.

strömt, welcher neulich von SOHRT<sup>1)</sup> und THOMSON<sup>2)</sup> geschildert und nach dem Apparate des SCHMIEDEBERG'schen Institutes zu Strassburg verfertigt wurde. Indem ich, was die Details der Durchströmung und des Apparates selbst anbetrifft, auf die soeben angeführten Arbeiten verweise, will ich nur erwähnen, dass alle physiologischen Bedingungen, wie eine beständige Temperatur von 38° C., ein beständiger und mäßiger Druck von 120 Mm. Quecksilbersäule, streng erfüllt wurden.

Auf diese Weise ist es mir gelungen das Blut nicht nur aus den Muskeln des hinteren Theiles des Körpers zu entfernen, sondern auch aus sämtlichen Eingeweiden der Bauchhöhle, worüber mich eine besondere mikroskopische und spectral-analytische Untersuchung, sowohl wie die misslungene Darstellung der TEICHMANN'schen Krystalle und der Guajakreaction überzeugt haben.

Zur Einäscherung nach der schon früher<sup>3)</sup> von mir mehrfach angewandten Methode nahm ich 52,05 Grm. von Gesäfs-, Lenden- und Beckenmuskeln, die nach der Durchströmung vollständig farblos waren und von denen ich zuvor das Bindegewebe, das Fett, die Sehnen, gröfsere Gefäfs- und Nervenstämmе nach Möglichkeit entfernt hatte. Die Trockensubstanzbestimmung fand bei einer beständigen Temperatur von 115° C. statt. Zur Eisenbestimmung wurde die volumetrische Methode angewandt. Die Analyse hat Folgendes ergeben:

#### A. Trockensubstanzbestimmung.

Abgewogen . . . . 2,2995 Grm.,

Feuchtigkeitsverlust 2,0314 -

Trockensubstanz . . 0,2681 Grm., oder 11,66 pCt.

#### B. Eisenbestimmung.

Eingeeschert . . 52,05 Grm.

Chamäleontiter für metallisches Eisen 0,000457 Grm.

Chamäleonverbrauch: 2,70 Cctm., was 0,00123 Fe entspricht;

also in der frischen Substanz des Muskels . . . . . 0,0024 pCt. Fe.

also in der Trockensubstanz des Muskels . . . . . 0,0206 pCt. Fe.

Um mich zu überzeugen, inwiefern die Ausspülung der Muskelgefäfsе vollständig sein kann, und ob die gefundenen Eisenmengen in der Tat nur auf die Muskelsubstanz, ganz unabhängig vom Blute zu beziehen sind, stellte ich folgenden Controllversuch an:

Einer 3monatlichen Katze von demselben Wurf, wie die erste und auf eine eben solche Weise ernährt und erzogen, führte ich intravasculär 17,5 Cctm. Ferri natrio-tartarici in 3 Portionen ein. 1 Cctm. dieses Präparates, welches eigens zu diesem Zwecke von mir zubereitet wurde und welches, bekanntlich, keine Embolien

<sup>1)</sup> SOHRT, Pharmacotherapeutische Studien über das Hyoscin. Diss. Dorpat 1886.

<sup>2)</sup> H. THOMSON, Ueber die Beeinflussung der peripheren Gefäfsе durch pharmakologische Agentien. Diss. Dorpat 1886.

<sup>3)</sup> ST. SZCZ. ZALESKI, l. c. und Zur Pathologie der Zuckerharnruhr und zur Eisenfrage. VIRCHOW's Arch. 1886.

in den Gefäßen bewirkt, enthielt 0,0032 Fe. Auf diese Weise erhielt das kaum einige Hundert Gramm wiegende Tier binnen 8 Stunden 0,0560 Fe. Sollte die Durchspülung der Muskeln unvollständig sein, so wäre dann nach einer solchen künstlichen Eisenzufuhr zum Blute zu erwarten, dass in diesem Falle mehr Eisen in dem ausgespülten Muskel vorhanden sein wird, als in dem früher erwähnten. Der hintere Teil dieser zweiten Katze wurde auf dieselbe Weise durchströmt und geprüft, wie im ersten Fall; die Resultate einer unter gleichen Bedingungen ausgeführten chemischen Analyse bestätigten jedoch die ausgesprochenen Erwartungen keineswegs: die Eisenmengen waren im Gegenteil in diesem Falle viel geringer, als in dem früheren, wie es aus dem angeführten Protocoll zu ersehen ist.

#### A. Trockensubstanzbestimmung.

Abgewogen . . . . 1,9234 Grm.

Feuchtigkeitsverlust 1,6351 -

Trockensubstanz . . 0,2883 Grm., oder 14,99 pCt.

#### B. Eisenbestimmung.

Eingeäschert . . 91,85 Grm.

Chamäleonititer für metallisches Eisen 0,000457

Chamäleonverbrauch: 2,20 Cctm., was 0,00100 Fe entspricht;

also in der frischen Substanz des Muskels . . . . . 0,0011 pCt. Fe.

also in der Trockensubstanz des Muskels . . . . . 0,0073 pCt. Fe.

Ich erlaube mir, daraus zu schliesen, dass die Durchspülung der Muskeln in beiden Fällen ganz vollständig war und dass die gefundenen Eisenmengen ausschliesslich der Muskelsubstanz angehören.

In welch' einer Verbindung (oder Verbindungen?) das Eisen in beiden in Rede stehenden Fällen sich befand, ist schwer zu sagen. — Bei unmittelbarer Anwendung der Eisenreagentien auf einzelne Stückchen der erwähnten Muskeln konnte ich gar keine Farbenveränderung wahrnehmen. Salzsäurehaltiger Alkohol (10 Cctm. 25proc. HCl auf 90 Cctm. 96proc. Alkohol) nahm auch nach einigen Tagen, unter häufigem Umrühren kein Eisen aus der fein zerriebenen Muskelmasse an. Daraus kann man schliesen, dass entweder das Eisen in den Muskeln ausschliesslich in einer so festen Verbindung oder Verbindungen vorhanden ist, dass man es nur vermittels der Einäscherung nachweisen kann, oder aber, dass es zwar aufser dieser festen Verbindung, noch in weniger festen vorhanden ist, jedoch in so geringen Mengen, dass es unmöglich ist, dasselbe durch unmittelbare Anwendung der Reagentien in den Geweben zu entdecken.

Das Extrahiren mit salzsäurehaltigem Alkohol liefert noch einen Beweis mehr, dass die Durchspülung vollständig war, sonst müsste das dem Blut zugesetzte Eisen unbedingt in das Extract übergehen. Besondere Analysen haben mich überzeugt, dass künstlich in das Blut eingeführtes Eisen, selbst nach mehrerer Stunden, aus demselben nur unvollständig verschwindet.

Die Zusammenstellung meiner Resultate mit den Resultaten anderer Forscher, die jedoch niemals das Eisen in blutfreien Muskeln bestimmt haben, ist aus der unten angeführten Tabelle ersichtlich. In dieser Tabelle habe ich außerdem ganz besondere Berechnungen für die Fälle vorgenommen, wo das Eisen entweder als Phosphat (JOLY) oder als Oxyd (BUNGE) bestimmt und berechnet wurde.

No.	Muskelfleisch von	Procentgehalt des Fe in 100 Theilen			Autor.	Bemerkungen.
		der frischen Substanz.	der Trockensubstanz.	der Asche		
1.	Pferd .....	—	—	0,7	WEBER.	} Bluthaltige Muskel.
2.	Rind .....	0,0048	—	—	BOUSSINGAULT.	
—	desgl. ....	—	—	0,68	STÖLTZEL.	
—	desgl. mit Fett.	0,0241	—	—	JOLY.	
—	desgl. ohne Fett.	0,0148	—	—	desgl.	
—	" " " "	0,0040	—	—	BUNGE.	
3.	Kalb.....	—	—	0,19	STAFFEL.	
—	desgl. ....	0,0027	—	—	BOUSSINGAULT.	
—	desgl. ....	0,0156	—	—	JOLY.	
4.	Schwein.....	—	—	0,25	ECHAVARRIA.	
5.	Fische.....	0,0015	—	—	BOUSSINGAULT.	
6.	Stockfisch.....	0,0042	0,0372	—	desgl.	
—	desgl. ....	—	—	0,38	ZEDELER.	
7.	gelbe Schnecke ...	0,0012	0,0079	—	BOUCHARDAT.	} Blutfreie Muskel.
8.	3monatl. Katze ...	0,0014	0,0206	—	ZALESKI.	
—	desgl. .... (Fe-Zufuhr)	0,0011	0,0073	—	desgl.	

Die Durchspülung der Muskeln stellt uns der Frage gegenüber: ist das Hämoglobin in diesem Gewebe vorhanden oder nicht. Diese Frage wurde bekanntlich von KÜHNE bejahend für die Kaninchenmuskeln beantwortet. Die Behauptung von KÜHNE wurde später von LANCASTER für die Muskel sämtlicher Säugetiere und mehrerer anderer Tiere bestätigt. Die Untersuchungen und die Schlussfolgerungen beider genannten Forscher wurden jedoch vielfach von verschiedenen Forschern bezweifelt, unter anderen von BROZEIT, PREYER und HOPPE-SEYLER.

In beiden Fällen konnte ich auf keine Weise das Hämoglobin in dem zerriebenen Muskelgewebe nachweisen. Andererseits scheinen die von mir gefundenen Eisenmengen, besonders im zweiten Falle, zu gering zu sein, damit man sie dem in den Muskeln vermutlich vorhandenen Hämoglobin zuschreiben könnte.

BROZEIT und RANKE stellten die Anwesenheit des Hämoglobin der Muskeln in Abhängigkeit von dem Zustande der Ruhe oder der Tätigkeit des Organismus; in Folge dessen wäre anzunehmen, dass je nach der Steigerung der Tätigkeit im Muskel das Hämoglobin aus dem Blute in denselben diffundiren kann. In beiden zu be-

sprechenden Fällen wurde die Tätigkeit sämtlicher Muskeln der Tiere, also auch der zur Analyse bestimmten, im Momente des Todes ganz besonders gesteigert, einerseits durch den Widerstand der Tiere vor und nach der Fesselung, andererseits durch die nach der Verblutung folgenden anämischen Krämpfe. Dennoch ist es mir nicht gelungen, das Hämoglobin in dem Muskelgewebe nachzuweisen. Diese Tatsache erscheint um so mehr beachtenswert zu sein, dass die von mir untersuchten Muskeln zur Kategorie der sog. willkürlichen gehören, wo, laut der Behauptung von LANCASTER, das Hämoglobin unbedingt vorhanden sein sollte. Uebrigens finden sich doch in dem tierischen Organismus außer dem Hämoglobin verschiedene andere, mehr oder weniger feste organische Eisenverbindungen, wie es bereits mehrfach in den letzten Zeiten angedeutet wurde (BUNGE, GIACOSA, ZALESKI u. a.). Warum denn sollte auch in den Muskeln eine dieser Verbindungen, die mit dem Hämoglobin vielleicht analog, keineswegs aber identisch sind, nicht vorhanden sein?

Aus den angeführten Gründen bin ich geneigt, anzunehmen, dass das Muskelgewebe überhaupt kein Hämoglobin enthält.

Was die oben berührte Frage der Eisenverbindungen im blutfreien Muskel anbetrifft, so ist es sehr wahrscheinlich, dass die mikrochemischen Untersuchungen manchen Wink in dieser Richtung beibringen können. Mit diesen Untersuchungen bin ich jetzt beschäftigt und die Resultate derselben beabsichtige ich in einer der nächstfolgenden Arbeiten zur Veröffentlichung zu bringen.