

---

---

WHAT PHYSIOLOGICAL PROBLEMS ARE OF INTEREST  
TO THE MARINE BIOLOGIST IN HIS STUDIES OF THE  
MOST IMPORTANT SPECIES OF FISH?

2<sup>ND</sup> PART

**Beobachtungen über das Sterben gefangener Seefische und über  
den Milchsäuregehalt des Fischblutes.**

Von

W. v. BUDDENBROCK,  
Halle.

---

---

Gelegentlich eines Ferienaufenthaltes an der Biologischen Anstalt auf Helgoland im Jahre 1936 machte ich rein zufällig die Beobachtung, dass das Blut von Dorschen, die einige Zeit nach der Einlieferung im Aquarium unter deutlichen Zeichen von Atembeschwerden sterben, eine sehr eigentümliche Veränderung aufwies. Das Blut ist sehr dunkel, purpurfarben und wird auch beim Rühren an der Luft nicht hell. Die Blutkörperchen sind nicht mehr oval, sondern dreieckig oder langgestreckt stabförmig. Die drei Seiten des Dreiecks waren eingenommen von stark lichtbrechenden, stabförmigen, grünlichen Gebilden, die den Eindruck von Hämoglobinkristallen erweckten. In manchen Fällen waren nur 2 solcher Kristalle wahrnehmbar, in wieder anderen nur eines. Die wirkliche Kristallnatur wurde nicht ermittelt, Beobachtungen im Polarisationsmikroskop gaben keine befriedigenden Resultate. Wenn also im folgenden häufig von Kristallbildung die Rede ist, so ist dies *cum grano salis* zu verstehen. Eine nachträgliche Durchmusterung der Literatur bewies mir, dass diese Beobachtungen nicht ganz neu sind. Als Erster fand YOFFEY 1929 in den Blutkörperchen der Dorschmilz derartige Bildungen, vermochte sie aber nicht recht zu erklären. Wenig später stellte DAWSON 1929 fest, dass die Blutkörperchen der Seenadel *Syngnathus* im Uhrsälchen beim Eintrocknen eine dreieckige Form annehmen. Auch er deutet die lichtbrechenden Gebilde an den Kanten als Kristalle und zwar, wie selbstverständlich, als Hämoglobinkristalle. Neu an meinen Beobachtungen ist, dass eine Beziehung erkannt wurde zwischen der genannten Deformierung der Blutkörperchen und dem Sterben der Fische. Diese Beziehung erschien interessant genug, um sie genauer zu verfolgen. In zwei weiteren Ferienaufenthalten am Meere, im Frühjahr 1937 in Neapel und im Sommer 1937 wiederum auf Helgoland, wurde diese Frage daher weiter studiert. Die Möglichkeit, an die See zu reisen, wurde mir durch ein Reise-Stipendium gegeben, das der Conseil International pour l'Exploration de la Mer in Kopenhagen mir in grosszügiger Weise zur Verfügung stellte. Ich möchte auch an dieser Stelle hierfür meinen aufrichtigsten Dank aussprechen.

### Die Ursachen der Deformierung der Blutkörperchen.

DAWSON hat die Meinung vertreten, dass das Dreieckigwerden der Erythrocyten eine osmotische Erscheinung sei. Im grossen und ganzen dürfte dieses stimmen. Man muss also annehmen, dass den Blutkörperchen in irgend einer Weise Wasser entzogen wird. DAWSON ist es bei *Syngnathus* ja auch gelungen, die Deformation der Blutkörperchen durch Eintrocknen im Uhrsälchen künstlich hervorzurufen. Bei frischem Blut gesunder Dorsche gelingt dieses nach meinen Erfahrungen nicht. Dagegen habe ich feststellen können, dass bei Deckglaspräparaten vom Blut kranker Tiere, bei dem zunächst noch keine Kristalle sichtbar sind, solche nach einiger Zeit am Rande des Präparates auftreten, wo die Verdunstung am stärksten ist. Man kann also annehmen, dass in diesen Fällen die Erythrocyten dem Zustande, in welchem das Hämoglobin auskristallisiert, schon ziemlich nahe sind. Die Eindickung des Blutserums infolge der Verdunstung am Rande führt dann schnell zur Überschreitung der Gränze.

Um näher zu ergründen, aus welchen Ursachen die Blutkörperchen die geschilderte dreieckige Form annehmen, wurden zwei Versuchsserien angestellt.

A. Durch welche Mittel lässt sich die Dreieckform wieder in die normale Form zurückverwandeln?

Es hat sich im Laufe der Untersuchung ergeben, dass dieses auf sehr verschiedene Weise möglich ist.

1. *Aqua dest.* Vorsichtiges Hinzufügen von destilliertem Wasser bringt die dreieckigen Blutkörperchen allmählich zum Quellen. Es entstehen gewisse Übergangsformen, bis endlich die normale, ovale Form wieder in Erscheinung tritt. Geschieht die Zufügung des Wassers zu schnell, so hämolysieren viele Blutkörperchen, das heisst, sie platzen, und man sieht dann nur ihre Kerne herumschwimmen.

2. *Schütteln mit Luft.* Es ist mir in einem einzigen, aber vollkommen einwandfreien Falle gelungen, durch lang anhaltendes Schütteln im Barcroftapparat die Blutkörperchen zur normalen Form zurückzubringen.

Der Versuch dauerte nahezu 2 Stunden. Er kann wohl so gedeutet werden, dass hierbei ein osmotisch wirksamer Stoff wegoxidiert wird. Auf die Sauerstoffaufnahme während des Versuches komme ich später zurück.

3. *Zusatz von Alkalien.* Allmähliches Hinzufügen von Ammoniak, doppelkohlensaurem Natron oder Kalilauge bedingt ebenfalls, dass die Erythrocyten wieder ihre alte Form zurückgewinnen. Es ist hierbei gleichgültig, ob die Alkalien in Wasser gelöst werden oder in 2% NaCl. Sicherlich ist also nicht das Wasser das Entscheidende, sondern die OH-Ionen. Von einigem Interesse ist hierbei, dass Ammoniak und NaHCO<sub>3</sub> bedeutend wirksamer sind als KOH, mit dem der Versuch nur sehr schwer gelingt. Eine befriedigende Erklärung für diese Unterschiede vermag ich nicht zu geben. Aus diesem dritten Versuch muss wohl geschlossen werden, dass der osmotisch wirkende Stoff eine Säure ist. Um Kohlensäure kann es sich dabei nicht handeln, da es sonst viel leichter gelingen müsste, sie durch Luft zu vertreiben.

Die zweite Versuchsreihe knüpft an die folgende Frage an.

B. Durch welche Mittel lässt sich die Deformierung der Blutkörperchen künstlich hervorrufen? Auch hierbei handelt es sich um Behandlung von Blutproben ausserhalb des Tierkörpers.

1. *Verdunstung.* Es wurde bereits bemerkt, dass einfache Verdunstung unter Umständen zum Ziele führt. Ausserdem ist es mir möglich gewesen, das Blut durch Stehenlassen im Exsiccator über Chlorcalcium zu verändern. Das nähere zeigt nachstehendes Protokoll.

Zahl der Blutkörperchen	Zeit	Sauerstoffaufnahme	Bemerkungen
1,760,000	12 Uhr	11 Teilstr.	Blut eines grossen, ziemlich matten Tieres, Blut nicht sehr hell
1,840,000	17 -	7 —	Hämoglobin beginnt auszukristallisieren
2,140,000	20:30 -	4.5 —	
2,624,000	9:30 -	3 —	Hämoglobin ist auskrist. Blutkörperchen sind dreieckig

Bei der Beurteilung des Versuches muss man das folgende bedenken. Der Versuch dauerte beinahe 24 Stunden, während der Versuch im offenen Schälchen sehr kurzfristig ist. In dieser ganzen Zeit vollzieht sich der Stoffwechsel der Blutkörperchen. Man muss sich also darüber klar sein, dass sich beim Verdunstungsversuch im Exsiccator ausser dem Wassergehalt des Blutes noch andere Faktoren verändern.

2. *Zusatz von osmotisch wirksamen Substanzen.* Es ist mir merkwürdigerweise nicht gelungen, durch Zusatz von NaCl zum Blut das Auskristallisieren des Hämoglobins zu erzwingen. Wenn man reichlich NaCl zusetzt, kommt es zwar zu Schrumpfung der Blutzellen, die charakteristischen Dreiecksformen gewahrt man aber nicht. Ich gebe aber zu, diese Versuche nicht hinreichend ausgedehnt zu haben. Dagegen gelang es leicht durch Zusatz von Milchsäure. Hierzu wurden 2 Tropfen 5% Milchsäure zu 2 c. c. frischen Blutes zugesetzt und das Ganze über Nacht im Eisschrank gelassen. Am nächsten Morgen zeigte sich der Beginn von Kristallbildung. Nach diesen Erfahrungen ist es mindestens wahrscheinlich, dass auch der Erfolg des jetzt zu schildernden Versuches darauf beruht, dass sich Milchsäure bildet.

3. *Stehenlassen unter Stickstoff.* Wenn man Dorschblut mit Stickstoff durchschüttelt, bzw. ihn längere Zeit durchleitet und das Blut dann über Nacht stehen lässt, sind ebenfalls häufig am nächsten Tage Kristallbildungen zu beobachten. Man kann annehmen und, wie später zu zeigen ist, auch beweisen, dass beim Stehenlassen des Blutes Milchsäure angereichert wird. Es besteht also aus verschiedenen Gründen die Vermutung, dass der osmotisch wirksame Stoff Milchsäure ist.

Nachdem der Verdacht erweckt war, dass die Milchsäure diejenige Substanz sei, die osmotisch wirksam die Blutkörperchen verändert, bin ich dazu übergegangen, sie im Blut verschiedener Herkunft und verschiedenen Verhältnissen direkt nachzuweisen. Als Methode diente die kolorimetrische Bestimmung nach MENDEL-GOLDSCHIEDER. Zunächst seien die am Dorsch gewonnenen Resultate kurz besprochen.

I. Frisches Blut von gesunden, durch Erstickung getöteten Fischen, luftgesättigt.

- (a) 0.099<sup>1)</sup>
- (b) 0.104
- (c) 0.106
- (d) 0.185

II. Frischblut, getrennt nach Plasma und Blutkörperchen

- Plasma 0.07
- Blutkörperchen 0.033

III. Herzblut, durch Schlag getöteter, gesunder Dorsche.

- (a) 0.051
- (b) 0.063

<sup>1)</sup> Die angegebenen Zahlen sind keine Milchsäurewerte, sondern geben nur die Messung in Kolorimeter an. Je grösser die Zahl ist, desto höher ist der Milchsäuregehalt.

IV. Blut gesunder Fische, abends gewonnen, über Nacht im Eisschrank.

- (a) 0·166  
(b) 0·223

IV (a). Dasselbe Blut bis nachmittags  $\frac{1}{2}$  5 unter Stickstoff.

- (c) 0·288

Blutprobe von I(c) über Nacht bei Zimmertemperatur im Tonometer.

- (d) 0·182

V. Blutprobe I(d) zwei Stunden lang mit O<sub>2</sub>-armem Gas gesättigt

- (a) 0·225

Dasselbe bis nachmittags in O<sub>2</sub>-armem Gemisch im Tonometer.

- (b) 0·324

VI. Blut sterbender Dorsche mit dreieckigen Blutkörperchen.

- (a) 0·302  
(b) 0·285

Ebensolches Blut, getrennt nach Plasma und Blutkörperchen.

- Plasma (c) 0·387  
Blutkörperch. (d) 0·268

Blut VI(a) längere Zeit an Luft geschüttelt, mit Ammoniak versetzt bis die Blutkörperchen sich abrunden.

- (e) 0·20

Blut VI(b) längere Zeit mit Luft geschüttelt bis die Blutkörperchen wieder normal.

- (f) 0·125

Aus dieser kurzen Zahlenübersicht ergeben sich etwa die folgenden Tatsachen. Das Blut des Dorsches enthält stets Milchsäure. Die beim Tier ohne künstliche Beeinflussung des Blutes erhaltenen Werte schwanken zwischen 0·05 beim Herzblut schnell getöteter Fische und 0·30 beim Herzblut sterbender Dorsche mit dreieckigen Blutkörperchen, also mindestens im Verhältnis wie 1·6. Die ersten Werte beziehen sich auf Blut, dessen Milchsäureprobe nur ganz schwach rosa gefärbt war, also nur sehr wenig Milchsäure enthielt. Das Blut gesunder Tiere, die man an Luft ersticken lässt, was in wenigen Minuten geschieht, enthält, wie I(a)—(d) zeigt, grössere Werte als das Blut schnell getöteter Fische. Im übrigen kann man, wenn man das Blut kranker Tiere mit einbezieht, sämtliche Übergangswerte zwischen I und

VI erhalten. Nach den allerdings nur wenigen Beobachtungen II(a), (b) und VI(c), (d) enthält beim Dorsch das Plasma stets mehr Milchsäure als die Blutkörperchen. Die Blutkörperchen gesunder Tiere scheinen sogar, wie II(b) zeigt, so gut wie keine Milchsäure zu enthalten: die betreffende Probe war fast ungefärbt. Das Serum ist also in bezug auf die Blutkörperchen stets hypertonisch. Die Versuche VI(e) (f) lehren, dass Vorgänge, durch welche die dreieckigen Blutkörperchen in die normale Ovalform zurückverwandelt werden, mit einer wesentlichen Verringerung der Milchsäure einhergehen. Es wird hierdurch erneut wahrscheinlich gemacht, dass die Milchsäure die Ursache für die eigentümliche Deformierung der roten Blutkörperchen ist. Aus den aufgezeichneten Zahlen ergibt sich ferner, dass sich Milchsäure bildet, wenn das Blut längere Zeit stehen bleibt. Ich habe diese Einzelfrage nicht näher verfolgt. Es bleibt daher ungewiss, ob die Säure im Stoffwechsel oder Blutkörperchen entsteht oder bakterieller Herkunft ist.

#### Die Wirkung der Milchsäure auf die Sauerstoffkapazität der Blutkörperchen.

Wir haben nunmehr erkannt, dass das Blut sterbender Dorsche, dessen rote Blutzellen dreieckig geworden sind, sich durch einen ausserordentlichen Reichtum von Milchsäure auszeichnet. Es soll jetzt untersucht werden, wie die Säure auf die Hauptfunktion der Erythrocyten, die Sauerstoffübertragung, wirkt.

Vorweg sei bemerkt, dass das arterielle, sauerstoffgesättigte und das venöse, sauerstoffarme Dorschblut sich hinsichtlich ihrer Färbung viel mehr voneinander unterscheiden als dieses vom Säugetierblut gilt. Das O<sub>2</sub>-gesättigte Blut eines gesunden, frischen Dorsches ist von bedeutend hellroter Farbe, das venöse ist beinahe schwarz. Die Farbe des Blutes ist also ein vorzügliches Indizium seines Sauerstoffgehaltes. Wenn man nun Blut aus dem Herzen verschiedener Dorsche nimmt, gesunder und kranker, frischer und matter Tiere, und es im Porzellanschälchen längere Zeit mit einem Streichholz an der Luft umrührt, so kann man bei der nötigen Zahl verschiedener Blutproben sämtliche Übergänge vom hellroten über purpurrotes bis zum schwärzesten Blut beobachten. Nun wissen wir bereits, dass die purpurfarbenen und schwarzen Blutsorten milchsäurereich sind, und so ergibt sich unmittelbar der Schluss, dass durch die Milchsäure die Sauerstoffkapazität des Frischblutes herabgedrückt wird. Eine neue Erkenntnis ist dieses keineswegs, wir wissen, besonders durch die Studien von GREEN und ROOT 1934, dass dieses allgemein für Säuren gilt. Für unser Problem ist aber diese Frage von ganz besonderer Bedeutung, sie sei daher im folgenden experimentell etwas näher untersucht.

Die nachfolgende Tabelle zeigt zunächst, dass das Dorschblut je nach seiner Beschaffenheit eine sehr verschiedene Sauerstoffkapazität besitzt.

**Sauerstoffaufnahme von 1 c.c. reduzierten  
Dorschbluts verschiedener Herkunft.**

Fischart	Zustand des Fisches	Im Barcroft	
		Ansteigen des Manometers nach Schütteln des Blutes in Luft	Teilstriche
Dorsch	gesunde, frisch gefangene Fische, Blut hellrot	15.5	—
		10.0	—
		18.0	—
		12.0	—
		17.5	—
		14.0	—
—	sterbende Fische m. dreieckigen Blutk., Blut dunkel	5	—
		5	—
		5	—
		4	—
—	gesundes Blut, über Nacht im Eisschrank	5.5	—
		9	—
Kliesche ( <i>Platessa limanda</i> )	gesunde Fische, Blut hellrot	13	—
	hellrot	17	—
	sterbende Fische, Blut dunkel	2	—

Die Tabelle lehrt, dass die Sauerstoffkapazität des Blutes sterbender Dorsche auf 50—30% derjenigen des Frischblutes herabgedrückt ist, bei der Kliesche sogar auf 25%. Es ist offenbar, dass hierin die eigentliche Todesursache der Tiere gelegen ist, die nicht mehr imstande sind, ihren Sauerstoffbedarf zu decken.

Die Verringerung der Sauerstoffkapazität des kranken Blutes hat zwei Wurzeln. Zunächst kann als sicher gelten, dass die Oberfläche der osmotisch veränderten Erythrocyten sich erheblich verdickt, sodass der Sauerstoff nur noch schwer eindringen kann. Einen sicheren Hinweis hierfür ergibt schon das Verhalten des Blutes gegenüber hämolytisch wirkenden Stoffen. 1 c.c. normalen Blutes kann durch Zusatz von 1—2 Tropfen Saponinlösung sehr leicht hämolytisch werden. Dem kranken, dreieckige Blutkörperchen enthaltenden Blut muss wesentlich mehr Saponin zugesetzt werden (8—10 Tropfen), mitunter ist es überhaupt unmöglich, es zur Hämolyse zu bringen. Den hauptsächlichsten Beweis dafür, dass die Verdichtung der Zellmembran und das Auskristallisieren des Hämoglobins in den Blutkörperchen die O<sub>2</sub>-Aufnahme erschwert, sehe ich darin, dass die O<sub>2</sub>-Aufnahme erheblich wächst, wenn die Blutkörperchen zerstört werden. An sich ist dieses interessante Phänomen, auf das hier nicht näher eingegangen werden kann, beim Fischblut fast stets zu beobachten. Aber der Unterschied zwischen der Aufnahmefähigkeit normalen und hämolytisierten Blutes ist beim kranken Blut erheblich grösser als beim normalen. Dieses beweist die nachstehende Tabelle.

Tierart	Zustand des Blutes	O <sub>2</sub> -Aufnahme
<i>Platessa limanda</i>	frisch	Blk. intakt 13 haemol. 13
	sterbend	Blk. intakt 2 haemol. 8
<i>Gadus morrhua</i>	frisch	Blk. intakt 13; 14.5 haemol. 14; 15.5
	über Nacht im Eisschrank	Blk. intakt 9 haemol. 15
	sterbend	Blk. intakt 5; 5.5 haemol. 8.5; 9.1

Man sieht, dass sich beim frischen Blut die O<sub>2</sub>-Aufnahme, wenn überhaupt, nur um wenig vergrößert, etwa um 8%, beim Blut sterbender Tiere hingegen um nahezu die Hälfte, bei der Kliesche in dem beschriebenen Falle sogar auf das Vierfache.

Aus den angegebenen Zahlen ist indessen ersichtlich, dass das kranke Blut auch nach der Hämolyse noch nicht die volle Aufnahmefähigkeit zurückerlangt hat. Dies ist offenbar auf die Wirkung der im Serum enthaltenen Milchsäure zu beziehen. Ich kann zwar für diese Behauptung nicht den vollgültigen Beweis liefern, ihre Richtigkeit ergibt sich aber wohl zur Genüge aus folgendem: Zusatz von Alkalien, die, wie schon geschildert wurde, die dreieckigen Blutkörperchen zur Quellung und zur Abrundung führt, macht das Blut wieder hellrot. Mitunter geschieht dies bei dunklem, purpurfarbenen Blut mit blitzartiger Schnelle. Die hellrote Farbe ist aber, wie wir schon wissen, ein klares Indizium für eine grosse Sauerstoffkapazität. Dass durch Alkalien die Milchsäure des Blutes verringert wird, geht aus dem folgenden Versuche hervor, der schon in der ersten Tabelle aufgeführt ist und hier noch einmal kurz hervorgehoben sei.

Blut eines sterbenden Dorsches, sehr dunkel, Blutkörperchen dreieckig	Milchsäuregehalt	0.302
Dasselbe nach Zusatz von Ammoniak und Hellrotwerden	Milchsäuregehalt	0.20

Es kann also im Ganzen wohl als bewiesen gelten, dass die Milchsäure auf doppelte Art die Sauerstoffkapazität der Erythrocyten herabsetzt. Erstens durch seine osmotische Wirkung, durch welche die Dichtigkeit der Zellwand sich erhöht und zweitens durch seine Wirkung auf das Hämoglobin, dessen O<sub>2</sub>-Kapazität es unmittelbar verringert.

Es kann also mit genügender Sicherheit behauptet werden, dass die im Blute sich anhäufende Milchsäure die letzte Ursache des Erkrankens und Sterbens der Dorsche in den beobachteten Fällen ist. Um zu einem abschliessenden Urtheil zu kommen, wäre es daher jetzt notwendig zu erforschen, wo diese Milchsäure herkommt. Ich habe dieses aber selbst bisher nicht tun können und muss mich daher mit den folgenden Hinweisen begnügen. An sich ist zweierlei möglich: die Milchsäure kann aus den

Gewebe stammen oder im Blut selbst entstehen. Ich gebe der ersten Möglichkeit den Vorzug, denn die Bildung im Blute ist bisher nur für Blut ausserhalb des Tierkörpers bekannt und kann auch auf bakterielles Geschehen bezogen werden.

So ist für die Säugetiere nachgewiesen worden, dass nach heftigen Muskelbewegungen der Milchsäuregehalt im Blut sehr ansteigt, diese Milchsäure stammt letzten Endes aus den Muskeln. Es ist sicherlich anzunehmen, dass beim gefangenen, heftig zappelnden Fisch dasselbe eintritt.

HALL, GRAY und LEPKOWSKY 1926 haben speziell für den Dorsch zeigen können, dass das Blut bei Erstickung im geschlossenen Gefäss sich sehr eindickt, wobei die Blutkörperchenzahl per c.c. auf etwa das Doppelte steigt. Dies ist ohne Zweifel die Wirkung des von der Muskelmilchsäure ausgeübten osmotischen Drucks. Vermutlich geht dieser Eindickungsprozess voran, und erst, wenn die osmotischen Kräfte sich einigermassen ausgeglichen haben, tritt Milchsäure in das Blut über. Dass dies auch beim Fisch geschieht, ist mindestens wahrscheinlich nach dem, was wir von den anderen Tieren wissen.

Wenn die Milchsäure im Blutserum des gefangenen Fisches ein gewisses Mass erreicht hat und durch die Atmung nicht mehr genügend beseitigt werden kann, übt sie auf die Blutkörperchen die beschriebenen verderblichen Einflüsse aus: die Fähigkeit der Sauerstoffaufnahme sinkt. Das Blut kommt jetzt unzureichend gesättigt in die arteriellen Gefässe und gibt zu wenig Sauerstoff an die Gewebe ab. Die Folge ist,

dass sich noch mehr Milchsäure bildet, die das Blut noch schlechter macht. Wir haben es also mit einem Kreisprozess zu tun, dessen Phasen sich gegenseitig verstärken.

Das Fazit der ganzen Betrachtung ist die Erkenntnis, dass bei dem geschilderten Krankheitsbild, das den Eindruck einer Erstickung des Fisches macht, eine Erkrankung des Blutes vorliegt. Als Grund erkannten wir die schädliche Wirkung der Milchsäure, und als Heilmittel in Aquarien oder Halterbecken kann wahrscheinlich die Alkalisierung des Wassers empfohlen werden. Für den Fisch ist der pH des Wassers meist viel wichtiger als der Sauerstoffgehalt. Der Praxis sage ich hiermit allerdings kaum etwas Neues. Von befreundeter Seite wurde ich darauf aufmerksam gemacht, dass es in manchen Ländern schon seit langer Zeit Sitte ist, dem Wasser Soda zuzusetzen, um Karpfen und andere Fische am Leben zu erhalten.

#### Literatur.

- A. B. DAWSON. Intracellular crystallization of Haemoglobin in the erythrocyts of the northern pipefish, *Syngnathus fuscus*. Biol. Bull. 63, 1932.
- R. W. ROOT and A. A. GREEN. The effect of acidity on the carbon monoxide combining power of hemoglobin in the blood of marine fishes. J. Biol. Chem. 106, 1934.
- YOFFEY. A contribution to the study of the comparative histology and physiology of the spleen. . . J. Anat. 63, 1929.