

# **Zum Chemismus der Verdauung im tierischen Körper.**

## **XXII. Mitteilung.**

### **Die Bedeutung des Blutes für die Magenverdauung.**

Von

**N. A. Dobrowolskaja.**

(Der Redaktion zugegangen am 12. Juni 1908.)

---

---

Der gütigen Anregung von E. S. London folgend habe ich eine Reihe von Versuchen angestellt, die die Rolle des Blutsystems im Verdauungsakt aufzuklären haben. Zufälligerweise mußte ich meine Arbeit unterbrechen, und ich kann infolgedessen vorläufig nur wenige Daten mitteilen. Die Versuche wurden an einem Hunde (Woltschok) mit einer Magenfistel angestellt.

Zunächst wurde die Verdauungstätigkeit des Magens vor der Blutentziehung untersucht; dann wurde  $\frac{1}{3}$  des Blutes entzogen, wobei angenommen wurde, daß die Blutmenge durchschnittlich  $\frac{1}{15}$  des Gewichtes des Tierkörpers ausmacht; daraufhin wurden sofort dieselben Versuche, wie vor der Blutentziehung wiederholt. Jedesmal, nachdem festgestellt wurde, daß der Magen ganz leer war, haben wir dem Hunde 150 g zermahlener, ausgekochten und vom Infusum abfiltrierten Fleisches gegeben. Um die weitere Verdauung zu verzögern, wurde bei den ursprünglichen Versuchen, sowohl wie bei deren Wiederholungen, nach 3, 2 und 1 Stunde der Mageninhalt durch die Fistel in eine Schale mit Eis entleert. Der Magen wurde sorgfältig gereinigt, das Washwasser in dieselbe Schale gesammelt, alles mit Soda neutralisiert, mit Essigsäure angesäuert und zum Koagulieren Wasserdampf eingeleitet. Das Material wurde auf ein bestimmtes Volumen gebracht, filtriert, oder in einem Zylinder stehen gelassen, wobei nach 24 Stunden ge-

wöhnlich eine klare Flüssigkeit entstand. Daraus wurden 2 Proben genommen, und der N nach Kjeldahl bestimmt.

Überhaupt wurden bei allen unseren Versuchen immer 2 Proben zur Stickstoffbestimmung angewandt. Das zurückgebliebene Material wurde auf dem Wasserbade bis zur Trockene eingedampft und darin der Stickstoff bestimmt.

Durch Subtraktion des Stickstoffes der gelösten Substanz von dem Gesamtstickstoffgehalt der Trockensubstanz wurde der Stickstoffgehalt im ungelösten Teile bestimmt.

Wir pflegten unsere Untersuchungen nach wie vor der Blutentziehung möglichst gleichartig anzustellen, d. h. an einem Tage fütterten wir das Tier einigemal, und der Speisebrei wurde nach einem verschiedenen Zeitraum (nach 3, 2 oder 1 Stunde) entleert.

Wir zogen dieses Verfahren vor, weil wir die Absicht hatten, die erste Zeit nach der Blutentziehung auszunutzen, um eine möglichst größere Zahl von Versuchen anstellen zu können. So wurden Versuche am 12. und 13. Juni und 9. Juli 1907 ausgeführt. Aus diesen Versuchen können wir den Schluß ziehen, daß auch bei normalen Zuständen einige Schwankungen in der Geschwindigkeit der Magenverdauung stattfinden und von verschiedenen Ursachen abhängen. So bekamen wir einen Unterschied ungefähr von 6—18% bei den Versuchen vom 12. VI. und 9. VII, bei welchen in allen Hinsichten volle Analogie besteht. Das kann man dadurch erklären, daß wir am 9. VII. ein wenig mehr Fleisch verabreichten; der Stickstoffgehalt wurde im ersten Falle 4,06, und im zweiten 5,19. Die bisherigen Versuche in unserem Laboratorium erwiesen schon, daß die Vergrößerung der Speisenmenge auf das Tempo der Magenentleerung verzögernd einwirkt. Was aber die Versuche vom 13. VI. anbetrifft, so fand hier eine verhältnismäßig verlangsamte Verdauung in der ersten Stunde und beschleunigte in den weiteren 2 Stunden statt. Diese Erscheinung können wir in Verbindung mit der Veränderung der Reihenfolge der Versuche bringen: an anderen Tagen wurde die Nahrung einmal nach einem längeren, das zweite Mal nach einem kürzeren Zeitraum entleert. An demselben Tage wurden

die Versuche umgekehrt angestellt, und das erhaltene Endresultat spricht dafür, daß der Magen nicht gleichmäßig intensiv an verschiedenen Momenten des Verdauungsprozesses arbeitet. Jedenfalls sind die Schwankungen, die wir vor der Blutentziehung beobachteten, verhältnismäßig unbedeutend im Vergleich mit dem, was die nächstfolgenden Versuche zeigten.

Nach Vollendung der Versuche vom 9. VII. wurde unser Hund gefüttert; er bekam 600 g zerriebenen Fleisches, und am Morgen war der Magen schon vollständig leer. Der Hufd wurde zu dieser Zeit gewogen; sein Gewicht betrug 26 kg; angenommen, daß das Blut  $\frac{1}{15}$  ausmacht, so ergibt sich hieraus eine Blutmenge von ungefähr 1733 g. Zur Blutentziehung schritten wir um 2 Uhr am 10. VII. Der Hund wurde an den Operationstisch gebunden, unter Verfolgung aller aseptischen Maßregeln a. femoralis präpariert, eine Kanüle eingeführt, das periphere Ende der Arterie unterbunden und ungefähr 600 g Blut in einen Meßzylinder gelassen. Daraufhin wurde die Arterie unterbunden, die Wunde genäht und mit Collodium bedeckt. Die Heilung ging per primam intentionem vor. Unmittelbar nach dem Nähen der Wunde wurde der Hund (Woltschok), der merklich abgeschwächt war, ins Gestell getan und gefüttert; er bekam 150 g vom selben Vorrat gekochten Fleisches, wie am Vorabend. Er fraß ungerne, aber verzehrte alles und stand darauf die ganze Zeit still. Der Mageninhalt wurde nach 3 Stunden entleert und anscheinend sah er in qualitativer wie auch in quantitativer Hinsicht wenig verändert aus. Im Magen fanden wir weder Schleim noch Speichel; das Fleisch, fast trocken, wurde klumpenweise mit Schwierigkeiten von der Magenschleimhaut durch sorgfältige Spülungen entfernt. Die Reaktion des Mageninhalts war nicht stark sauer, die Biuretprobe des Filtrates positiv. Die Stickstoffbestimmung zeigte, daß die Menge des im Magen zurückgebliebenen Stickstoffs gleich 84,3% ist, d. h. 9—10mal mehr als gewöhnlich. In der gelösten Substanz erhielten wir nur 3,2% Stickstoff. Das können wir leicht, sowohl durch die Verminderung der Saftabsonderung überhaupt, als auch durch die verminderte Verdauungstätigkeit des Saftes nach der Blutentziehung erklären. Das bewiesen die Versuche

von E. S. London und A. P. Sokolow,<sup>1)</sup> die feststellten, daß nach der Entziehung von 37,2% der mutmaßlichen Menge Blutes sich die Zeitdauer der Magenverdauung ungefähr um 3 mal verlängert, während die Verdauungskraft des Saftes im Durchschnitt um 47,3%, d. h. fast um die Hälfte, kleiner als normal ist.

Nachdem aus dem Magen alle an der Magenschleimhaut haftenden Speisereste vom ersten Versuch durch sorgfältiges Ausspülen entfernt wurden, wurde der Hund sofort wieder gefüttert und bekam dieselbe Portion gekochten Fleisches, wie zum erstenmal. Dies wurde nach 3 Stunden entleert, aber im merklich veränderten Zustande, mit Magensaft und Speichel gemischt und in kleinerer Menge. Die Analyse erwies, daß die jetzt im Magen zurückgebliebene Menge bedeutend kleiner ist und zwar 43,6% betrug, obwohl diese Ziffer noch zu hoch im Verhältnis zur Norm steht; der Stickstoffgehalt im Filtrat ist auch bis auf 14,9% gestiegen.

Diese scharfen Schwankungen im Verdauungsprozeß, die Senkung der sekretorischen als auch der motorischen Tätigkeit des Magens in den nächsten Stunden nach der Blutentziehung werden durch die Blutdruckerniedrigung und auch durch Schwächung der sekretorischen Nervenfunktion des Magens bedingt. Bald nach Blutentziehung fängt ein starkes Einströmen der Lymphe und Gewebesäfte in den Blutstrom an und auf diese Weise wird allmählich die ursprüngliche Blutmenge ersetzt; zur gleichen Zeit, wie Worm Müller bewiesen hat, kommt auch die regulatorische Tätigkeit der Vasomotoren zum Vorschein. Unter dem Einfluß dieser beiden Faktoren, des Einströmens der Blutlymphe und der Tätigkeit der Vasomotoren, steigt der Blutdruck rasch bis zur Norm in den ersten 3 Stunden (Lukjanow<sup>2)</sup>) nach der Blutentziehung. In Verbindung damit kann man die merkliche Wiederherstellung der Verdauungsfunktion des Magens nach der zweiten Fütterung bringen.

<sup>1)</sup> E. S. London und A. P. Sokolow, «Zur Lehre der Magenverdauung b. experimenteller akuter Blutarmut». Archives des sciences biologiques, Bd. X, Abh. 4.

<sup>2)</sup> Lukjanow, «Grundzüge einer allgemeinen Pathologie des Blut-systems», 1893.

Nach Vollendung der Versuche vom 10. VII. um 9 Uhr abends haben wir dem Hunde 515 g Wasser und 300 g zerriebenen Rohfleisches gegeben. Am nächsten Tage, um 12 Uhr nachmittags war der Magen vollständig leer. Der Hund wird wieder ins Gestell getan und ihm wurde dieselbe Portion gekochten Fleisches wie am Vorabend verabreicht. Nach drei Stunden wurde der Mageninhalt entnommen und der Hund wieder gefüttert. Jetzt wurde der Magen in zwei Stunden und nach der dritten Fütterung in einer Stunde entleert. Die im Magen zurückgebliebene Nahrungsmenge übersteigt noch immer die Norm; insbesondere ist nach der dritten Fütterung eine raschere Erschöpfung der Magenkräfte zu merken. Das hängt anscheinend davon ab, daß, obwohl die Gesamtmenge des Blutes ersetzt wurde, die qualitative Zusammensetzung jedoch unersetzt blieb.

Wie schon aus den Versuchen von Ott bekannt ist, werden die roten Blutkörperchen sowohl wie die organischen Substanzen vom Plasma sehr langsam ersetzt. Die ursprüngliche Zahl der Blutkörperchen wird erst in 16—20—47 Tagen erreicht. Was die organischen Bestandteile anbetrifft, so werden sie im Blutserum des Hundes nach der künstlichen Hydrämie bedeutend schneller ersetzt, als im anderen und zwar morphologischen Teile. Von den Leukocyten können wir sagen, daß ihr Verlust rasch durch die im Blut aus den Lymphdrüsen einströmenden Elemente ersetzt wird. Aus alledem können wir den Schluß ziehen, daß die Wirkung des Blutes auf die Magentätigkeit vor allem mit der chemischen Zusammensetzung des Blutplasmas selbst verbunden ist und nur im geringen Grade mit ihren Formelementen.

An den nächstfolgenden Tagen wurden die Fütterungsversuche des Hundes wiederholt und erst am 4. Tage nach dem Aderlaß, am 14. VII., erhielten wir dieselben Resultate wie vor der Blutentziehung. Am 17. VII. wurde dasselbe wiederholt.

Um genauer zu erklären, was für eine Bedeutung die Blutdruckerniedrigung nach dem Aderlaß hat, wurden folgende Versuche angestellt:

Am 23. VII. um 4 Uhr nachmittags wurde der Hund an

den Operationstisch gebunden, unter Verfolgung aller aseptischen Maßregeln v. und a. femoralis präpariert, aus der Arterie 600 ccm Blut gelassen und daraufhin in die Vene 1000 ccm sterilisierter physiologischer auf  $37^{\circ}$  erwärmter Kochsalzlösung eingespritzt. Die Vene und Arterie wurden unterbunden, die Wunde wurde genäht und war nach einigen Tagen per primam geheilt. Sofort nach dieser Operation wurde der Hund, der viel munterer aussah, als nach der ersten Blutentziehung, ins Gestell getan und gefüttert; wir gaben ihm 150 g zerriebenen, gekochten Fleisches.

Der Mageninhalt wurde nach 3 Stunden in bedeutend verändertem Zustande, aber größerer als normaler Menge, entnommen. Die Fütterung wurde noch 2 mal wiederholt, und der Speisebrei nach 2 und dann nach 1 Stunde entleert. Die Analyse des vom Hunde bekommenen Materials erwies, daß diesmal nach den ersten 3 Stunden im Magen fast 2 mal weniger unverdauter Nahrung geblieben ist, als nach der ersten Blutentziehung; auch der Stickstoffgehalt des Filtrates betrug  $34,7\%$ , d. h. 10 mal so viel als im ersten Fall. Nach der zweiten Fütterung übersteigt der Speiserest (von  $23,5\%$ ) im Magen kaum das, was wir bei normalen Zuständen vor dem Aderlaß vorfanden, und die Stickstoffmenge im Filtrat ist ziemlich groß —  $34,3\%$ . Was die Ergebnisse des dritten Versuches anbelangt, bei welchem die Nahrung nach einer Stunde entzogen wurde, so findet hier eine bedeutende Stauung der Speise im Magen statt, und zwar —  $65,5\%$ . Es sah aus, als ob der Magen ermüdet wurde; in den Magendrüssen ist der Vorrat an Nährmaterial erschöpft und kann kaum durch das verdünnte Blut in genügendem Maße ersetzt werden. Höchstwahrscheinlich hat sich der Verdauungssaft in geringerer Menge und mit kleinerer Intensität abgesondert, was auch unter anderem der kleinere Prozent an Stickstoff im Filtrat beweist — bloß  $20,6\%$ .

Einen Tag nach dem Blutlassen, am 25. VII. wurden wieder Fütterungsversuche angestellt: Die Nahrung wurde aus dem Magen nach 3, 2 und 1 Stunde entnommen. Die Ergebnisse der Versuche an diesem Tage erinnern an die Resultate der vorhergehenden Versuche vom 23. VII. Nach 3 Stunden

waren die Speisereste gleich 24,5, d. h. 2,5 mal so groß als gewöhnlich; nach 2 Stunden überstiegen sie nicht mehr die Norm und der Prozentgehalt an Stickstoff im Filtrat war gleich 46,5; was den dritten Versuch an diesem Tage anbetrifft, so ist hier eine bedeutende Stauung der Speise im Magen zu beobachten (63%) und der Prozentgehalt an Stickstoffen der gelösten Substanz ist gleich 14,7. Es ist hier wieder das Bild der schnelleren Erschöpfung der Verdauungstätigkeit des Magens zu bemerken.

Im allgemeinen sind die Daten, die wir an diesem Tage bekamen, höher, als diejenigen vom zweit- und drittfolgenden Tage nach der ersten Blutentziehung, was wahrscheinlich von der wiederholten Blutentziehung abhängt.

Datum	Versuchsdauer in Stunden	N des ge- gebenen Fleisches in g	N des aufgenommenen Breies		N der gelösten Substanzen	
			in g	in %	in g	in %

## A. Kontrollversuche.

## I.

1907	3	4,06	0,1485	3,57	—	—
12./VI.	2	4,06	0,4847	11,94	—	—
	1	4,06	0,778	19,16	0,5838	75,04
	1/2	4,06	2,6055	64,18	0,8438	32,4

## II.

13./VI.	1	4,06	1,8001	44,34	0,6526	36,2
	2	4,06	0,3456	8,6	0,2919	84,4

## III.

9./VII.	3	5,19	0,506	9,75	—	—
	2	5,19	1,189	22,9	—	—
	1	5,19	1,968	37,9	—	—

Fortsetzung nächste Seite.

## Fortsetzung.

Datum	Versuchsdauer in Stunden	N des gegebenen Fleisches in g	N des aufgenommenen Breies		N der gelösten Substanzen	
			in g	in %	in g	in %

## B. Versuche nach dem Aderlasse

## a) sofort.

10./VI.	3	5,19	4,3728	84,3	0,1413	3,2
	3	5,19	2,2644	43,6	0,3363	14,9

## b) am 2. Tage.

11./VII.	3	5,19	0,5265	10,1	0,2772	52,6
	2	5,19	0,7507	14,5	0,287	38,2
	1	5,19	3,6067	69,5	0,6653	18,5

## c) am 3. Tage.

12./VII.	3	5,19	0,3164	6,1	—	—
----------	---	------	--------	-----	---	---

## d) am 5. Tage.

14./VII.	3	4,16	0,3775	9,1	—	—
	2	4,16	0,7149	19,6	—	—
	1	4,16	1,5714	37,8	0,6846	43,5

## e) am 8. Tage.

17./VII.	3	4,16	0,434	10,5	—	—
	1	4,16	1,5098	36,3	0,4347	28,7

## C. Aderlaß, kombiniert mit subkutaner Chlornatriumeinspritzung

## a) sofort.

23./VII.	3	5,33	2,332	43,8	0,808	34,7
	2	5,33	1,254	23,5	0,429	34,3
	1	5,33	3,488	65,5	0,717	20,6

## b) am 3. Tage.

25./VII.	3	5,33	1,307	24,5	0,335	25,6
	2	5,33	1,194	22,4	0,555	46,5
	1	5,33	3,355	63,0	0,493	14,7



### Zusammenfassung.

Der Verlust an  $\frac{1}{3}$  der Gesamtmenge des Blutes führt unmittelbar zur fast vollständigen Unterbrechung des Prozesses der Magenverdauung in den ersten 3 Stunden; das wird vor allem durch die Blutdruckerniedrigung bedingt. In den folgenden 3 Stunden geschieht die Verdauung ungefähr mit derselben Intensität, wie unmittelbar nach der Blutentziehung, welche mit Einspritzung einer genügenden Menge physiologischer Kochsalzlösung kombiniert wird.

Außer dem Blutdrucke hat auch die chemische Zusammensetzung des Blutes, besonders des Plasmas, eine große Bedeutung bei dem Prozeß der Magenverdauung.

In Verbindung mit der Hydrämie muß man die gewisse Erschöpfbarkeit der Funktionstätigkeit des Magens bringen, die wir in den ersten Tagen nach der Blutentziehung beobachteten.

---