

Vergleichende chemische Analyse des Blutes der vena portæ und der venae hepaticæ.

von Dr. W. Drosdoff aus St. Petersburg.

(Aus dem physiologisch-chemischen Institut in Straßburg.)

(Der Redaction zugegangen am 6. August 1877.)

Vergleichende Untersuchungen des Blutes der Pfortader und der Lebervenen sind in der meist ausgesprochenen Absicht, durch sie Aufschlüsse über die in der Leber stattfindenden Processe zu gewinnen, zwar mehrfach bereits ausgeführt, aber es ist bei denselben nach Methoden verfahren, die als ungenügend längst erkannt sind, und die erforderliche Rücksichtnahme auf den Zustand des Darmcanals, ob derselbe sich in der Verdauung befunden hat oder nicht, fehlt. Es kann sonach auch nicht auffallen, dass die erhaltenen Resultate nicht in Uebereinstimmung stehen. Obwohl ich mir nicht verhehlen konnte, dass die Differenzen in der Zusammensetzung beider Blutarten auch bei der möglichst lebhaften Thätigkeit der Leber nicht bedeutend sein konnten, habe ich es doch unternommen, eine Reihe vergleichender Untersuchungen über ihre Zusammensetzung auszuführen, weil ohne die Kenntniss derselben eine sichere Beurtheilung der Funktionen der Leber nicht möglich erscheint und genauere Analysen des Blutes mit ausreichender Genauigkeit der Bestimmung einzelner organischer Bestandtheile, sowie der Salze überhaupt bis jetzt nur in geringer Zahl vorliegen.

Die erste vergleichend-chemische Untersuchung des Blutes der vena portæ und venae hepaticæ wurde in den 40er Jahren von Simon⁽¹⁾ ausgeführt. Er analysirte das Blut der bezeichneten Gefäße von 2 Pferden, die getödtet

(¹) Journ. f. pr. Chem. Bd. 22, S. 188.

wurden, weil sie abgetrieben waren, und kam zu dem Resultate, dass das Blut der vena portae weniger feste Stoffe enthält als das der Lebervenen, dass in der Pfortader das Blut mehr Fibrin, Hämatoglobulin und Hämaphän enthalte, in den Lebervenen sich dagegen mehr Albumin, Extractivstoffe und Salze befinden.

Ungefähr 10 Jahre später hat Lehmann⁽¹⁾ diese Untersuchung gleichfalls an abgetriebenen Pferden wiederholt und die Resultate nach der von C. Schmidt (Charakteristik der epidemischen Cholera, Leipzig und Mitau, 1850) angegebenen Methode berechnet. Er fand, dass das Blut der Pfortader 1) entweder sehr wenig oder gar kein Fibrin lieferte, 2) die Menge der festen Bestandtheile im Serum des Lebervenenblutes grösser sei, auch 3) das Serum dieses Blutes mehr Albumin und Extractivstoffe aber weniger anorganische Salze enthalte als das Serum des Pfortaderblutes. Er sagt, wenn man die festen Serumbestandtheile beider Blutarten vergleiche, fände sich in den Lebervenen ungefähr $\frac{1}{8}$ weniger Albumin, $\frac{1}{4}$ weniger Fett, 2—3 mal mehr Extractivstoffe und beinahe $\frac{1}{2}$ weniger Salze als im Rückstande des Serum der vena portae. Lehmann fand keine Spuren von Eisen im Serum der beiden Adern, obschon das Serum bei ihm mit der Lösung des Blutfarbstoffes gefärbt war. Der Blutkuchen des Pfortaderblutes ist nach Lehmann reicher an Wasser und besonders an Eisen, aber ärmer an Globulin, Extractivstoffen und Salzen als der des Blutes der venae hepaticae.

Es sind hier auch diejenigen vergleichenden Bestimmungen in Betracht zu ziehen, welche mit dem Blute der Pfortader einerseits und der Arterien und Venen der übrigen Organe angestellt sind. In dieser Richtung arbeiteten Simon,⁽²⁾ Horn⁽³⁾ und Beclard.⁽⁴⁾ Die Untersuchungen der beiden letzteren Verfasser beziehen sich ebenso wie die von mir

(¹) Bericht über Verhandlungen der königl. sächsisch. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig 1850, Bd. III, S. 131.

(²) L. c.

(³) Gries Archiv., H. 4.

(⁴) Archives générales de méd., Oct., Nov., Dez., 1848.

ausgeführten Bestimmungen auf das Blut von Hunden und Kaninchen. Horn gab eine vergleichende Analyse des Blutes der Pfortader, der Arterien und Venen.

Beclard suchte den Unterschied im Gehalt des Blutes der vena portae und der vena lienalis im Vergleich zu der vena jugularis zu bestimmen. Der Erstere findet, dass Mäeulin-Globulin in kleinerer, aber Eiweiss, Fett und Salze in grösserer Menge in der vena portae als in den anderen Schlag- und Blutadern desselben Thieres enthalten seien, Beclard sagt, dass die Menge der Blutkörper in der vena portae verkleinert, die Menge des Eiweisses und der Salze aber vergrössert ist im Vergleich zu der vena jugularis.

Die hier angeführten Untersuchungen zeigen sonach keine Uebereinstimmung, und die Analysen von Lehmann geben bestimmte scheinbar sehr zuverlässige Differenzen, deren wirklicher Werth aber deshalb zweifelhaft erscheinen muss, weil die Methoden der Gewinnung, der Bestimmung und der Berechnung gleich unrichtig und ungenau sind.

Die zu den folgenden Analysen benutzten Hunde wurden mit Fleisch, Brot und Milch 3—4 Stunden vor dem Auslassen des Blutes gefüttert. Das Blut aus der vena portae, sowie auch das der venae hepaticae wurde vom lebenden und von demselben Thiere unmittelbar nach einander entnommen. Um das Blut der Lebervenen zu bekommen, habe ich einen ziemlich langen, engen Katheter durch die vena jugularis und die vena cava inferior an die Einmündung der Lebervenen hineingeführt, wie es nach dem Vorgange von Cl. Bernard in vielen Untersuchungen bereits ausgeführt ist: das Blut der Pfortader wurde durch eine in den Hauptstamm eingestochene, schräg zugespitzte und über der Oeffnung sich conisch verdickende Stahlecanüle herausgelassen.

Die Analysen des auf diese Weise entnommenen Blutes wurden von mir nach der Methode von Prof. Hoppe-Seyler ausgeführt und die beiden Portionen aus den benannten Gefässen in gleicher Weise neben einander untersucht.

Von der Bestimmung des Fibrin wurde abgesehen, auch die Trennung des Blutes in Blutkuchen und Serum nicht

abgewartet, sondern sogleich aus dem geschlagenen Blute Alkohol-, Aether- und Wasserauszüge dargestellt. Cholesterin, Lecithin und Fette wurden im Aetherauszug gesondert, die Extractivstoffe des Alkohol- und Wasserauszugs gleichfalls getrennt bestimmt, die Salze des Alkohol- und Wasserauszugs nach der Veraschung vereinigt. Ein geringer Essigsäurezusatz ergab sich bei der Abscheidung der Eiweissstoffe aus Alkohol- und Wasserauszug als nothwendig, durch denselben wurde der Uebergang von etwas Calcium- und Magnesiumphosphat in den Wasserauszug begünstigt. Aus der in der Asche gefundenen Eisenquantität wurde der Hämoglobingehalt berechnet und die Differenz des letzteren und der Summe der in Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen organischen Stoffe als Albuminsubstanz an gesehen.

Die Berechnung der anorganischen Salze ist nach dem Grundsätze ausgeführt, dass die stärksten Säuren zunächst auf Kalium, die übrigen schwächeren dann der Reihe nach auf Natrium verrechnet werden, ohne dass damit irgend etwas über die Verbindung, in welcher sie sich im Blute befunden haben, angegeben sein soll.

Ausserdem halte ich es für nöthig, hier zu bemerken, dass die ziemlich bedeutenden Schwankungen des Schwefelsäuregehaltes in meinen Analysen von der mehr oder weniger guten Abscheidung der Eiweissstoffe sich abhängig erwies. Sind sie durch Alkohol, dann durch Essigsäure und Kochen recht gut abgeschieden, so erhält man sehr bemerkbar weniger Schwefelsäure in der dann aus den Extractrückständen gewonnenen Asche.

In den folgenden Tabellen sind sowohl die direct bestimmten Werthe als auch die daraus berechneten Procente der einzelnen Bestandtheile aufgeführt; aus ersteren Werthen ergibt sich die Genauigkeit der Bestimmung, die erreicht werden konnte. Das Blut wurde stets 3—4 Stunden nach geschehener Fütterung der Hunde entnommen.

Tabelle der Analyse des Blutes vom Hunde I.

Bestandtheile	Pfortaderblut		Lebervenenblut		
	gefunden in 83,000 Gr. Blut.	berechnet auf 100 Gewicht- theile Blut.	gefunden in 50,025 Gr. Blut.	berechnet auf 100 Gewicht- theile Blut.	
Wasser.	62,8012	75,6641	38,7068	77,3595	
Feste Stoffe.	20,1988	24,3359	11,3282	22,6405	
Hämoglobin.	11,6690	14,0590	7,1680	14,3259	
Albuminstoffe.	7,3160	8,8145	3,2490	6,4934	
Aether- auszug {	Choles- terin.	0,0810	0,0976	0,2252	0,4561
	Lecithin	0,0720	0,0867	0,1726	0,3449
	Fette.	0,2720	0,3277	0,0278	0,0555
Alkoholextract- stoffe.	0,0240	0,0289	0,0143	0,0286	
Wasserextract- stoffe.	0,2942	0,3545	0,1781	0,3559	
Lösliche Salze.	0,4085	0,4921	0,2411	0,4818	
Unlösliche Salze (nach Abzug von Fe ₂ O ₃)	0,0653	0,0787	0,0521	0,1041	
Lösliche anor- ganische Salze.					
Bestandtheile :					
K	0,0359	0,0432	0,0244	0,0488	
Na	0,1045	0,1259	0,0674	0,1347	
Cl	0,1453	0,1751	0,1003	0,2004	
CO ₃	0,0226	0,0272	0,0157	0,0314	
PO ₄	0,0275	0,0331	0,0130	0,0260	
SO ₄	0,0060	0,0072	0,0025	0,0050	
Als Salze berechn.					
K ₂ SO ₄		0,0131		0,0091	
K Cl		0,0711		0,0757	
Na Cl		0,2329		0,2710	
Na ₂ H PO ₄		0,0495		0,0389	
Na ₂ CO ₃		0,0481		0,0555	
(aus dem Nage- halte berechnet Na ₂ CO ₃)		(0,0423)		(0,0357)	

Tabelle der Analyse des Blutes vom Hunde II.

Bestandtheile.	Pfortaderblut		Lebervenenblut		
	gefunden in 49,1600 Gr. Blut.	berechnet auf 100 Gewichtstheile Blut.	gefunden in 22,558 Gr. Blut.	berechnet auf 100 Gewichtstheile Blut.	
Wasser.	38,1554	77,6148	17,5785	77,9214	
Feste Stoffe.	11,0046	22,3852	4,9795	22,0786	
Hämoglobin.	5,9678	12,1395	2,7672	12,2670	
Albuminstoffe.	4,2190	8,6432	1,9535	8,6599	
Aether- auszug	Chole- sterin. Lecithin Fette.	0,0750	0,1526	0,0750	0,3324
		0,0364	0,0740	0,0364	0,1613
		0,2405	0,4892	0,0167	0,0743
Alkoholextract- stoffe.	0,0330	0,0671	0,0145	0,0643	
Wasserextract- stoffe.	0,1432	0,2913	0,0771	0,3413	
Lösliche Salze.	0,2171	0,4416	0,0862	0,3821	
Unlösliche Salze (nach Abzug von Fe ₂ O ₃)	0,0426	0,0867	0,0168	0,0744	
In den löslichen Salzen wurden gefunden:					
K	0,0130	0,0264	0,0063	0,0279	
Na	0,0762	0,1550	0,0296	0,1312	
Cl	0,0940	0,1912	0,0384	0,1702	
CO ₃	0,0120	0,0244	0,0046	0,0205	
PO ₄	0,0162	0,0329	0,0051	0,0226	
SO ₄	0,0025	0,0051	0,0012	0,0053	
Hieraus berechn. lösliche Salze.					
K ₂ SO ₄		0,0092		0,0096	
K Cl		0,0427		0,0450	
Na Cl		0,2817		0,2453	
Na ₂ H PO ₄		0,0492		0,0338	
Na ₂ CO ₃		0,0431		0,0362	
(Na ₂ CO ₃ aus der Menge des Na- trium berechnet)		(0,0651)		(0,0548)	

Tabelle der Analyse des Blutes vom Hunde III.

Bestandtheile.	Pfortaderblut		Lebervenenblut		
	gefunden in 50,797 Gr. Blut.	berechnet auf 100 Gewichtstheile Blut.	gefunden in 50,145 Gr. Blut.	berechnet auf 100 Gewichtstheile Blut.	
Wasser.	39,6988	78,1519	39,6893	79,1486	
Feste Stoffe.	11,0982	21,8481	10,4557	20,8514	
Hämoglobin.	5,6120	11,0478	5,8678	11,7017	
Albuminstoffe.	4,5200	8,8982	3,6220	7,2235	
Aether- auszug	Chole- sterin.	0,0400	0,0787	0,1530	0,3051
	Lecithin	0,0180	0,0354	0,0850	0,1695
	Fette.	0,3168	0,6236	0,0560	0,1117
Alkoholextract- stoffe.	0,0970	0,1909	0,0350	0,0698	
Wasserextract- stoffe.	0,2235	0,4399	0,3860	0,7698	
Lösliche Salze.	0,2388	0,4701	0,2167	0,4321	
Unlösliche Salze (nach Abzug von $Fe_2 O_3$)	0,0321	0,0632	0,0342	0,0682	
Lösliche anor- ganische Salze.					
Bestandtheile :					
K	0,0425	0,0837	0,0254	0,0507	
Na	0,0540	0,1063	0,0629	0,1254	
Cl	0,0908	0,1798	0,0959	0,1912	
CO_3	0,0116	0,0228	0,0098	0,0196	
PO_4	0,0163	0,0321	0,0125	0,0249	
SO_4	0,0082	0,0161	0,0051	0,0102	
Als Salze berechn.					
$K_2 SO_4$		0,0292		0,0185	
K Cl		0,1346		0,0809	
Na Cl		0,1909		0,2517	
$Na_2 H PO_4$		0,0480		0,0372	
$Na_2 CO_3$		0,0403		0,0346	
($Na_2 CO_3$)		(0,0383)		(0,0320)	
(aus dem Na be- rechnet).					

Tabelle der Analyse des Blutes vom Hunde IV.

Bestandtheile.	Pfortaderblut		Lebervenenblut		
	gefunden in 54,286 Gr. Blut.	berechnet auf 100 Gewichtstheile Blut.	gefunden in 45,4 Gr. Blut.	berechnet auf 100 Gewichtstheile Blut.	
Wasser.	39,410	72,580	33,850	74,339	
Feste Stoffe.	14,885	27,420	11,650	25,661	
Hämoglobin, Albuminstoffe und unlösliche Salze	13,664	25,175	10,800	23,788	
Aether- auszug	Cholesterin.	0,141	0,259	0,214	0,273
	Lecithin	0,133	0,245	0,132	0,290
	Fette.	0,312	0,575	0,044	0,097
Alkoholextractstoffe.	0,069	0,127	0,062	0,136	
Wasserextractstoffe.	0,274	0,505	0,258	0,568	
Lösliche Salze.	0,292	0,538	0,230	0,507	
Bestandtheile der letzteren als Salze berechnet:					
K ₂ SO ₄	0,009	0,017	0,006	0,013	
K Cl	0,036	0,066	0,028	0,061	
Na Cl	0,149	0,275	0,129	0,284	
Na ₂ H PO ₄	0,034	0,063	0,025	0,055	
Na ₂ CO ₃	0,029	0,053	0,021	0,046	

Bei der Vergleichung der in diesen Analysen gefundenen Zusammensetzung des Blutes der Pfortader und der Lebervenen ergeben sich eine Reihe constanter Differenzen, von denen einige wohl kaum anders erklärt werden können als durch die in der Leber selbst stattfindenden Prozesse, während es von den übrigen vorläufig ungewiss bleiben muss, wodurch sie bewirkt sind. In allen vier Analysen ist zunächst das Blut der Pfortader reicher an festen Stoffen als das der Lebervenen:

	I.	II.	III.	IV.
Pfortaderblut	24,336	22,385	21,848	27,420
Lebervenenblut	22,641	22,079	20,851	25,661.

Dies Resultat ist nicht zu erklären und sind weitere Bestätigungen dafür erforderlich; an eine verminderte Auf-

nahme von Blutkörperchen wegen ihrer Behinderung im engen Katheter könnte hinsichtlich des Lebervenenblutes gedacht werden, aber der Eisengehalt wurde im Lebervenenblute etwas höher gefunden als im Pfortaderblute und dies ist einer solchen Erklärung immerhin sehr ungünstig, wenn auch die Differenzen im Eisengehalte sehr gering sind.

Sehr merkwürdige Resultate ergibt die Vergleichung des Gehaltes an den Bestandtheilen des Aetherausuges. In allen vier Analysen zeigt das Lebervenenblut höheren Gehalt an Cholesterin als das Pfortaderblut:

	I.	II.	III.	IV.
Pfortaderblut	0,0976	0,1526	0,0787	0,259
Lebervenenblut	0,4510	0,3324	0,3051	0,273.

Ebenso bedeutend und constant ist die Differenz im Gehalt an Lecithin:

	I.	II.	III.	IV.
Pfortaderblut	0,0867	0,0740	0,0354	0,245
Lebervenenblut	0,3449	0,1613	0,1695	0,290.

Im Gegensatz hierzu ist das Blut der Pfortader reicher an Fetten:

	I.	II.	III.	IV.
Pfortaderblut	0,3277	0,4892	0,6236	0,5750
Lebervenenblut	0,0555	0,0743	0,1147	0,0970.

Hier bleibt nur übrig anzunehmen, dass das Pfortaderblut der Leber Fette zuführt; welche in ihr zurückbleiben, dass ferner in der Leber Cholesterin und Lecithin gebildet werden und nicht allein, wie bekannt, reichlich in der Galle ausgeschieden werden, sondern zum Theil in das Blut übergehen.

Zur Bildung des Lecithins ist Phosphorsäure erforderlich; das Pfortaderblut ist reicher an Natriumphosphat gefunden als das Blut der Lebervenen:

	I.	II.	III.	IV.
Pfortaderblut	0,0495	0,0492	0,0480	0,0630
Lebervenenblut	0,0389	0,0338	0,0372	0,0550.

Die Differenz ist keine bedeutende und Bestätigung durch weitere Analysen deshalb sehr nöthig.

Auch Kohlensäure und Natrium sind im Pfortaderblut reichlicher enthalten als im Lebervenenblute. In ihrem relativen Verhältniss machen sich bei der Berechnung der Analyse, wie sie hier ausgeführt ist, (dass nämlich die gefundene Schwefelsäure zuerst, dann nach der Reihe Chlor, Phosphorsäure und endlich Kohlensäure auf Kalium, dann Natrium berechnet wird) die Fehler in den Bestimmungen der einzelnen Bestandtheile ganz besonders bemerkbar. Die folgende Tabelle gibt in den eingeklammerten Zahlen die aus dem Natriumreste berechneten, in den nicht eingeklammerten die aus der gefundenen CO₂Quantität berechneten Werthe des Gehaltes an Natriumcarbonat:

	I.	II.	III.	IV.
Pfortaderblut	0,0481 (0,0423)	0,0431 (0,0651)	0,0403 (0,0383)	0,0530
Lebervenenblut	0,0555 (0,0357)	0,0362 (0,0548)	0,0346 (0,0320)	0,0460

Der Gehalt an Sulfat ist so gering gefunden, dass an eine Vergleichung nicht zu denken ist. Bunge's Angabe, dass die Quantität der Sulfate im Blute sehr gering sei, wird auch hierdurch bestätigt. Die Eiweissstoffe waren von den Extracten völlig getrennt, als diese verascht wurden und somit eine bemerkbare Bildung von Sulfat bei der Veraschung unmöglich.

Diese Arbeit war bereits beendigt, als in der Zeitschrift für Biologie Bd. XIII Heft 2: eine Abhandlung von C. Flügge: «Ueber den Nachweis des Stoffwechsels in der Leber», erschien, in welcher der Autor zu dem Resultate gekommen zu sein glaubt, dass «der factische Umfang des Stoffwechsels in der Leber stets nur solche Differenzen im Blute verursachen kann, die innerhalb der Fehlergrenzen unserer Untersuchungsmethoden fallen müssen.» Flügge sagt weiter (S. 168) «dass eine vergleichende Untersuchung des zu- und abströmenden Blutes keine Methode ist, mittelst deren wir hoffen dürfen, einen Aufschluss über die Function der Leber zu erhalten.» Flügge stützt diese Aussprüche auf eine Kritik früherer Untersuchungen, eine Anzahl eigener Versuche und annähernde Bestimmungen der Strömgeschwindigkeit des Blutes in der Leber. Er untersuchte das Pfortader- und Lebervenenblut von tracheotomirten Hunden in der Chloro-

formnarcose, meist ist nicht angegeben, ob die Thiere sich in der Verdauung befanden. Bestimmt wurde der Gehalt an festen Stoffen, an Chlor, Phosphorsäure, Kalium, Natrium, Eisen, Stickstoff und Hämoglobin. Die benutzten Methoden gestatten aber viele Einwände. Die Anwendung von Chloroform, die Methode, deren Flügge sich zur Gewinnung des Lebervenenblutes bedient hat und welche viel störender ist, als die von Chauveau und von Bernard, das directe Trocknen meist grosser Blutmengen, Veraschung mit Salpetersäure scheinen durchaus nicht zweckmässig. Die Hämoglobinbestimmungen sind bekanntlich alle ungenau und über die Will-Varrentrappsche Stickstoffbestimmung ist so viel geschrieben, dass es als bekannt gelten kann, dass sie grosse Genauigkeit nicht gibt; zudem verursacht 0,1 p. C. Fehler im Stickstoffgehalt über 0,5 p. C. Fehler im berechneten Eiweiss. Die Methode der Bestimmung der Blutstromgeschwindigkeit kann, wie Flügge selbst sagt, auf Genauigkeit nicht Anspruch machen. Diese Methode muss einen viel zu hohen Werth für diese Geschwindigkeit ergeben, gerade auf diese grosse Geschwindigkeit, welche der Versuch zu ergeben schien, ist aber wesentlich die Behauptung gegründet, dass man Differenzen im Pfortader- und Lebervenenblute nicht nachweisen könne. Dennoch gibt Flügge selbst an, S. 157, dass das Lebervenenblut zuweilen sich anders hinsichtlich der Fibrinausscheidung verhalte als das Pfortaderblut. Ich bin deshalb der Ueberzeugung, dass das kategorische Urtheil, welches Flügge ausspricht, nicht genügend begründet ist, und die obigen vier vergleichenden Analysen liefern wohl den Beweis, dass Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Leberfunctionen aus der Blutuntersuchung während der Dünndarmverdauung wohl gewonnen werden können; wenn auch eine Bestätigung der gefundenen Verschiedenheiten durch weitere Analysen erforderlich ist.