

*Vergleichung des Harns aus den beiden gleichzeitig thätigen
Nieren.*

Von **Max Hermann.**

(Vorgelegt in der Sitzung vom 24. Juni durch Prof. K. Ludwig.)

Wenn die Harnabscheidung so geschieht, dass sich in den Nieren das Plasma in zwei Theile spaltet, von denen der eine (Eiweiss u. s. w.) in den Gefässröhren zurückbleibt, während der andere (Wasser, Harnstoff, Kochsalz u. s. w.) in die Harncanälchen übergeht, so muss die Folgerung gelten, dass, gleiche Zusammensetzung des Blutes vorausgesetzt, in der Zeiteinheit um so mehr Harnstoff aus den Nieren hervorgeht, je mehr Wasser abgesondert wird. Denn da nach jener Vorstellung ursprünglich Wasser und Harnstoff in demselben Verhältniss abgeschieden werden, in welchem sie im Blute enthalten sind, so muss, gleiche Zusammensetzung des Blutes vorausgesetzt, mit dem ursprünglichen Harn um so mehr Harnstoff austreten, je mehr Wasser er mitnimmt. Der ursprüngliche Harn soll nun aber auf seinem Wege durch die Canälchen mittelst eintretender Diffusion verdickt werden. Nimmt man wie wahrscheinlich an, dass aus dem ursprünglichen Harn das Wasser rascher als der Harnstoff zum Blute zurückgeht, und erinnert man sich ferner daran, dass die Menge des zurückgehenden Wassers und Harnstoffes um so geringer sein muss, je kürzer die Zeit ist, während welcher der Harn in den Canälchen verweilt, und dass endlich diese Zeit abnehmen muss, je lebhafter die Glomeruli absondern, so muss die oben ausgesprochene Folgerung auch für den Harn gelten, welcher durch Diffusion verändert aus den Papillen hervorgeht.

Wenn dagegen die Harnabsonderung so geschieht, dass die Zellen der Canälchen den Harnstoff anziehen, und das Wasser, welches von den Glomerulis abgeschieden wird, diesen Harnstoff auswäscht, so muss offenbar nicht allein der Harn um so mehr

Harnstoff-Procente enthalten, je träger die Harnabscheidung geschieht, sondern es muss namentlich auch dann, wenn bei ungehindertem Blutstrom durch die Niere der Austritt des Harns aus den Papillen unterdrückt ist, die Niere, respective deren Zellen mit Harnstoff gesättigt wurden. Dem letzteren gemäss würde, wenn der Harnaustritt wieder erlaubt wird, die zuerst aus den Nieren tretende Flüssigkeit sehr harnstoffreich sein müssen. Diese und ähnliche Überlegungen waren es, welche mich zu einer Versuchsreihe bestimmten, die ich im physiologischen Laboratorium der k. k. Josephs-Akademie unter Leitung von Professor K. Ludwig ausführte.

Um die obigen Fragen für Harnstoff und NaCl zur Entscheidung zu bringen, mussten an demselben Thiere die beiden Ureteren zugleich aufgesucht, der von beiden Nieren abgesonderte Harn aufgefangen und die Mengen des abgeschiedenen Harns, Harnstoffes und NaCl bestimmt werden. Nebstdem musste der Ureter der einen Seite einige Zeit hindurch verschlossen werden, während der der andern Seite geöffnet blieb. Darauf war der zugebundene Ureter wieder zu eröffnen, der Harn aufzufangen und auf seinen Gehalt an Harnstoff und NaCl zu prüfen. Die Hoffnung auf diesem Wege an's Ziel zu kommen, war begründet in der Erfahrung von Goll und K. Ludwig, dass die beiden Nieren zu derselben Zeit ungleiche Menge von Harn ausscheiden, und ferner, dass die Harnabscheidung während der Unterbindung des Ureters stockt, nach Eröffnung des Fadens aber von Neuem vor sich geht. Die bei dieser einfachen Versuchsreihe angewendeten Verfahrensweisen waren folgende :

Grosse Hunde wurden mit Fleisch einige Stunden oder mit viel Wasser unmittelbar vor Beginn des Versuches gefüttert, damit sie während des Maximums der Harnabscheidung der Beobachtung unterworfen wurden. Hiebei ist die Vorsicht anzuwenden, nicht zu kurze Zeit nach der Fütterung mit fester Nahrung die Aufsuchung der Ureteren vorzunehmen, weil der hiezu nothwendige operative Eingriff fast jedesmal Erbrechen erzeugt. Zur Aufsuchung der Ureteren wurde jederseits ein Schnitt durch die Seitentheile der Bauchwandung unmittelbar der *Symphysis sacro-iliaca* gegenüber geführt, gross genug um zwei Finger hindurch zu lassen; dann wurde, ohne dass ein Baueingeweide vorfallen konnte, der Ureter in der Bauchhöhle an seiner Kreuzungsstelle mit der *Art. iliaca* durch Tasten aufgesucht und hervorgezogen; in den Ureter wurde dann ein T-förmiges Rohr eingesetzt. Der hori-

zontale Schenkel des Rohres wurde in den nur durch einen Einschnitt eröffneten Ureter eingeschoben, und dort an seinen beiden Enden fest gebunden. Der senkrechte Schenkel wurde, nachdem der Ureter möglichst in seine natürliche Lage gebracht war, in die Wunde der Bauchdecken eingenäht. Da nur der senkrechte und die nach der Niere hinsehende Abtheilung des horizontalen Schenkels der Röhre eine Lichtung besass, der nach der Blase hinsehende aber verschlossen war, so musste aller Harn durch den senkrechten Schenkel ausfliessen. Das angewendete Rohr gewährte den Vortheil, dass der Ureter niemals verbogen werden konnte, so dass der Ausfluss des Harns immer ungehindert blieb. Die Auswahl gerade dieser Stelle des Ureters war getroffen worden, weil man hier entfernt von der Niere die Bauchhöhle eröffnete und somit voraussichtlich die geringste Störung in den Stromlauf und die Innervation der Niere einführte.

Zum Auffangen des Harns dienten Kölblchen, die mittelst eines gereinigten Kautschukrohres und einer gebogenen Glasröhre, die durch einen wohl schliessenden Kork lief, an dem senkrechten Schenkel des T-förmigen Rohres befestiget wurde. Um die Luft in dem Masse, in welchem Harn einfloss, aus dem Kölblchen austreten zu lassen, war der Kork capillar durchbohrt; das Kölblchen wurde ausserdem um die Verdunstung noch mehr zu beschränken in Watte gewickelt, die mit Äther befeuchtet ward. Der während einer genau notirten Zeit ausgeflossene Harn wurde gewogen, der NaCl-Gehalt mit Silberlösung, der Harnstoff nach der Methode von Liebig titirt. Die Grösse der Fehler, welche in die Harnmenge durch die Ureterenbewegung und durch die Art des Auffangens, in den Harnstoff- und NaCl-Gehalt durch das Titiren eingeführt wurden, kann ich nicht einmal annäherungsweise angeben; um so weniger als Versuche, die sich gegenseitig beleuchten, theils wegen der Natur der Beobachtungen, theils wegen der geringen Menge von gewonnener Flüssigkeit nicht möglich waren. In Anbetracht dieser Umstände habe ich durch sorgfältige Ausführung der Handgriffe die Fehler möglichst zu verringern getrachtet. Da der Harnstoff und NaCl auf das Volum des Harns titirt worden, der Harn selbst aber gewogen war, so hätte das spezifische Gewicht des letzteren bekannt sein müssen, um die absolute Menge beider Stoffe im Harn bestimmen zu können; da dieses wegen der geringen Ausbeute an Harn nicht möglich war, so setzte ich das spezifische Gewicht desselben überall gleich 1;

hierdurch ist allerdings ein kleiner Fehler in die Berechnung der gesammten Harnstoff- und Kochsalzmenge eingeführt.

Sollte die Harnabsonderung unterbrochen werden, so wurde der am senkrechten Röhrenschenkel vorhandene Kautschuk zugequetscht. Nach Eröffnung des geschlossenen Ureters versuchte man den im Letzteren angehäuften also während der Unterbindung gebildeten Harn zu sondern von dem, der nach der Eröffnung durch die Niere abgeschieden wurde. Hiebei verfuhr ich so, dass ich das unmittelbar nach der Eröffnung im raschen Strahl Ausfliessende für den Ureterinhalt ansah. Wenn darauf der Harn wieder tropfenweise zum Vorschein kam, so wurde das Kölbchen gewechselt. Diese Scheidung ist weder scharf, noch lässt sich der Umfang ihres Fehlers angeben; sie gewährt jedoch jedenfalls den Vortheil, den Inhalt des Ureters sowohl wie den neu abgesonderten Harn weniger vermischt zu erhalten, als es ohne ihre Anwendung möglich.

Ich setze nun zunächst die Versuchsreihen hin, die nach den entwickelten Grundsätzen angestellt sind.

I. Versuch.

Beobachtungs- zahl	Linker Ureter				Rechter Ureter						
	Zeitdauer der Aufsammlung	Ganze Harnmenge	Harnmenge in der Minute	Harnstoff- procent	Zeitdauer der Aufsammlung	Ganze Harnmenge	Harnmenge in der Minute	Harnstoff- procent			
1.	12 ^h 18' — 2 ^h 4'	3·842	0·064	.	12 ^h 15' — 1 ^h 15'	4·019	0·067	.			
2.	1 18 — 2 4	8·984	0·195	.	1 16 — 2 0	8·966	0·204	.			
3.	2 9 — 3 30	19·498	0·242	2·73	2 7 — 3 30	21·443	0·238	2·30			
4.	3 34 — 4 34	16·394	0·273	.	3 34 — 4 35	Ureter geschlossen					
5.	4 35 — 4 55	4·694	0·235	2·76	4 35 — 4 55	21·438	1·073	0·79			
6.	5 0 — 5 45	10·645	0·239	2·10	5 0 — 5 45	15·361	0·342	1·31			
				Linke Niere = 45 Gr.				Rechte Niere = 44 Gr.			

Der Hund hatte kurz vorher eine grosse Menge Suppe genossen.

2. Versuche.

Linker Ureter						Rechter Ureter						
Beobachtungs- zahl	Zeildauer der A u f s a m m l u n g	Ganze Harnmenge	Harnmenge in der M i n u t e	Harnstoff- Procent	NaCl- Procent	Zeildauer der A u f s a m m l u n g	Ganze Harnmenge	Harnmenge in der M i n u t e	Urprocent	NaCl- Procent		
											Linke Niere = 51.4 Gr.	
1.	10 ^h 41' — 12 ^h 32'	111'	7.276	0.065	4.20	0.64	10 ^h 41' — 12 ^h 32'	111'	7.325	0.066	3.90	0.72
2.	12 32 — 1 35	83	1.671	<small>Ausschluss durch ein verstopft</small>	1.37	0.07	12 32 — 1 35	83	8.789	0.106	3.41	0.32
3.	2 9 — 2 34	25	14.767	0.591	2.23	0.17	2 9 — 2 34	25	Ureter verstopft	.	.	.
4.	2 35 — 3 15	40	8.246	0.206	2.23	0.17	2 35 — 3 15	40	8.727	0.218	3.96	0.26
5.	4 2 — 4 35	33	7.635	0.231	2.66	0.18
6.	4 50 — 5 50	60		Ureter verstopft			4 50 — 5 50	60	16.140	0.269	2.47	0.29
7.	Inhalt des Ureters	.	6.132	.	3.49	0.18	Inhalt des Ureters	.	0.791	.	.	.

Im zweiten Zeithheil hatte der linke Ureter angefangen sehr leicht zu bluten, und ein kleines Coagulum verstopfte ihn dermassen, dass ausser den ersten Tropfen keine Aussonderung stattfand. Nachdem dieser Widerstand beseitigt war, floss der erst 14 Minuten nachher gesammelte Harn wieder ganz klar ab, aber in seiner Zusammensetzung noch sehr verändert. Sogleich nach dem Experimente wurde das Thier getödtet, die Nieren wurden vorsichtig herausgenommen, der Ureter entleert, sein Inhalt gewogen und titirt (7).

3. Versuch.

Beobachtungs- zahl	Linker Ureter					Rechter Ureter				
	Zeitdauer der Aufsammlung	Ganze Harmenge	Harmenge in der Minute	Harnstoff- Procent	NaCl- Procent	Zeitdauer der Aufsammlung	Ganze Harmenge	Harmenge in der Minute	Harnstoff- Procent	NaCl Procent
1.	10 ^h 30' - 11 ^h 20'	6·063	0·202	3·05	1·07	30'	47·624	0·587	2·96	1·14
2.	11 21 - 11 35	16·987	1·213	3·00	1·01	14	12·316	0·879	2·70	1·14
3.	11 35 - 12 9	13·604	0·400	3·60	1·48	34	Excretion aufgehoben			
4.	12 10 - 12 47	11·893	0·321	4·25	1·44	1	6·425	·	3·65	1·02
5.	12 48 - 1 14	17·420	0·670	5·16	1·41	12 10 - 12 47	11·058	0·326	4·74	0·98
6.	1 14 - 1 50	8·409	0·233	6·04	0·95	37	Excretion aufgehoben			
7.						12 48 - 1 51				
8.						1 51 - 1 52	7·846	·	6·67	0·71
9.						23	20·202	0·878	3·33	0·23
10.						2 15 - 3 20	Ureter verstopft			
11.						3 40 - 4 20				
Inhalt des Ureters . . .						4 ^h 20'	13·893	·	3·39	0·17
Linke Niere == 85·8 Gr.						Rechte Niere == 114·4 Gr.				

Um 3^h 40' wurde auf der rechten, um 3^h 20' auf der linken Seite bemerkt, dass die Cantile (hier waren kleine Glasröhren gewählt worden) nicht mehr in Uretern befestigt waren, daher konnte links die Dauer nicht angegeben werden, rechts ist die Unterbrechung von 30^h 20' zu rechnen.

4. Versuch.

Linker Ureter						Rechter Ureter					
Beobachtungs- zahl	Zeitdauer der A u f s a m m l u n g	Ganze Harnmenge	Harnmenge in der Minute	Harnstoff- procent	NaCl- Procent	Zeitdauer der A u f s a m m l u n g	Ganze Harnmenge	Harnmenge in der Minute	Harnstoff- procent	NaCl- Procent	
1.	10 ^h 11' — 10 ^h 55' 44'	15.518	0.353	2.66	1.61	10 ^h 11' — 10 ^h 55' 44'	19.473	0.443	2.44	2.03	
2.	10 55 — 11 43	Das Kälblehen wurde umgeworfen				110	Ureter verstopft				
3.	11 43 — 12 50	32.078	0.479	3.09	1.35	12 45 — 12 50	11.334	.	2.68	0.88	
4.	12 50 — 1 29	11.321	0.290	3.12	1.21	12 50 — 1 29	17.390	0.446	2.40	1.02	
5.	1 29 — 2 56	19.924	0.229	4.05	0.92	1 29 — 2 52	Ureter verstopft				
6.						2 52 — 2 56	11.053	—	2.64	0.54	
7.	2 56 — 4 8	13.954	0.194	4.46	0.84	2 56 — 3 13	16.437	0.967	1.03	0.59	
8.						3 13 — 3 50	17.573	0.475	2.04	0.82	
9.						3 50 — 4 20	15.611	0.320	2.90	0.85	
10.	4 8 — 5 19	13.359	0.188	4.68	0.84	4 20 — 5 19	21.207	0.359	3.08	0.96	

Linke Niere = 35.2 Gr.

Rechte Niere = 36.1 Gr.

Es ist zu bemerken, dass die letzten 3 Hunde ungefähr 2 Stunden vor den Versuchen mit Fleisch gefüttert wurden; durch das bei der Operation erfolgte Erbrechen gaben sie den grössten Theil wieder von sich.

Aus diesen Beobachtungen sollen zuerst nur die Zahlen in Betracht genommen werden, welche sich auf den gleichzeitig von beiden Nieren entleerten Harn beziehen, bevor die Unterbindung vorgenommen war. Die geringe Anzahl derselben bringt die folgende Tabelle.

Angabe des Versuches	Beobachtungs-Zeit	L i n k s					R e c h t s				
		Harnmenge in 1 Minute	Urprocent	Urmenge währ. d. Beob.	NaCl-procent	NaCl absol. Menge	Harnmenge in 1 Minute	Urprocent	Urmenge währ. d. Beob.	NaCl-procent	NaCl absol. Menge
I. 3.	81'	0·242gr.	2·73	0·532	.	.	0·258	2·30	0·481	.	.
II. 1.	111	0·063	4·20	0·305	0·64	0·047	0·066	3·90	0·287	0·72	0·053
III. 1.	30	0·202	3·05	0·485	1·07	0·065	0·587	2·96	0·521	1·14	0·200
2.	14	1·213	3·00	0·509	1·01	0·171	0·879	2·70	0·332	1·14	0·140
IV. 1.	44	0·353	2·66	0·413	1·61	0·249	0·443	2·44	0·475	2·03	0·395

In Worten ausgedrückt sagen diese Zahlen aus:

1. Die Absonderung ist in beiden Nieren nach Mengen und Zusammensetzung unabhängig von einander. Der 3. Versuch zeigt ein Verhalten das sich später noch öfter wiederfindet; es liefert nämlich zuerst die rechte und dann die linke Niere in der Zeiteinheit mehr Harn, Harnstoff und NaCl. Dieser Wechsel widerlegt die Annahme, dass die Ungleichheit auf einem Unterschied im Nierenbau beruhe.

2. Wenn die Absonderungsgeschwindigkeit des Gesamtharns in beiden Nieren sich so weit unterscheidet, dass die Abweichungen nicht mehr aus den Beobachtungsfehlern erklärt werden können, so überwiegt jedesmal der Harnstoff auf der Seite, auf welcher der meiste Harn (resp. Wasser) ausgeschieden wurde. Sind die Harnmengen in der Zeiteinheit gleich oder annähernd gleich, so ist dieses keineswegs mit der Harnstoffmenge der Fall; die Unterschiede sind jedoch nicht sehr beträchtlich.

3. Der mit grösserer Absonderungsgeschwindigkeit hervortretende Harn ist meist, aber nicht immer ärmer an Harnstoffprocenten als der langsamer abgeschiedene.

4. Die Niere, welche mehr Harn abscheidet, entleert am meisten Kochsalz.

5. In den meisten Fällen ist aber der reichlich gelassene Harn an Kochsalzprocenten nicht ärmer, sondern reicher als der spärlich entleerte.

Versucht man diese Folgerungen mit der Filtrations- und Anziehungshypothese zu vergleichen, so dürfte sich etwa sagen lassen: Zu der Filtration passt es vollkommen, dass sich die Ausscheidung des Harns und des Harnstoffes gleichzeitig erhöhen und dass die Harnstoffprocente des Harns der Niere geringer sind, welche die meiste Flüssigkeit liefert. Um aber auch das entgegengesetzte Vorkommen aus der Filtrations-Hypothese zu erklären, könnte man statt irgend welcher verwickelteren Annahme einfach unterstellen, dass die Ungleichheiten der Harnabscheidung auf beiden Nieren nicht allein in einer verschieden starken Absonderungsgeschwindigkeit auf der Flächeneinheit begründet sei, sondern auch daher rühren könne, dass die Niere nicht zu allen Zeiten auf ihrer ganzen Fläche Harn abscheide. Stellt man sich vor, dass die Niere einer Seite überall mit geringer Geschwindigkeit absondert, während in der andern ein Theil ruht, und ein anderer Theil rasch absondert, so wird der Harn in der ersteren länger verweilen und concentrirter werden als in der letzteren. Also kann trotz gleicher Beschaffenheit des Blutes in beiden Nieren doch der Harn auf der einen Seite weniger reichlich und zugleich harnstoffärmer fließen als auf der andern.

Die Beobachtungen über den NaCl-Gehalt des Harns verlangen eigenthümliche Annahmen über die Ursachen seines Rückganges in das Blut. Setzt man, wie es wohl erlaubt ist, voraus, dass im Allgemeinen der Harn um so länger in der Niere verweilt, je weniger desselben in der Zeiteinheit aus den Papillen hervorkommt, so würden die mitgetheilten Erfahrungen schliessen lassen, dass nach einer kurzen Aufenthaltsdauer des Harns in den Nieren der NaCl-Gehalt zunimmt und mit einer noch weiter fortgesetzten wieder abnimmt. Da, wie wir später darthun werden, das Kochsalz auch dann noch in das Blut zurücktritt, wenn selbst der Gehalt des Harnes an demselben geringer ist als der des Blutes, so kann die Ursache seiner Zurückwanderung nicht in der gewöhnlichen Diffusion liegen.

Folgt man der Anziehungs-Hypothese, so muss man nachstehende Deutung der Ursachen eintreten lassen. Entweder man gibt den Zellen beider Nieren ein ungleich starkes und ein mit der Zeit sehr veränderliches Anziehungsvermögen.

Dann kann man bei beliebiger Verwendung über dasselbe alles erklären. Oder man setzt das Anziehungsvermögen in beiden Nieren gleich, dann würden die obigen Thatsachen über Harnstoffabsonderung verlangen: Die Zellen beider Nieren ziehen aus dem gleichen Blute gleich viel Harnstoff an, von dem in ihnen aufgehäuften Vorrath wird in der Zeiteinheit um so mehr ausgewaschen, je mehr Wasser durch die Canälchen geht, weil sich dann der Unterschied zwischen der Sättigung des Harnwassers und derjenigen der Nierenzellen vergrößert, und andererseits wird das Harnwasser relativ mit Harnstoff sich um so mehr sättigen, d. h. einen um so grösseren Procentgehalt an Harnstoff gewinnen, je länger dasselbe in den Canälchen verweilt. In jedem Falle verlangen die Thatsachen ausserdem die Annahme, dass das Harnwasser eine grössere Verwandtschaft zum Harnstoff habe, als sie die Zellen besitzen, weil das Wasser ihn den Zellen entreisst. Woher erhält die Flüssigkeit, die sich so eben aus dem Blute vom Harnstoff trennte, diese neue Eigenschaft in den Canälchen?

Ein Theil meiner Versuche lässt noch eine andere Betrachtung zu. Man kann die Beobachtungen, welche in zeitlicher Folge an einer Niere mit ungestörter Absonderung gewonnen sind, in eine Reihe zusammenstellen und aus den in den einzelnen ungleich langen Zeiten gewonnenen mittleren Absonderungsgeschwindigkeiten des Harns, Harnstoffs, Kochsalzes und aus dem mittleren Procentgehalt berechnen, wie viel während jeder Beobachtung abgeschieden wäre, wenn sie sämmtlich gleich lange gedauert hätten. Solche Tabellen sind berechnet für die linke Niere des 3. und 4. Versuches.

3. Versuch.

Linke Niere für 14' berechnet.

Harnmenge	Urprocent	Ur-absolute Menge	NaCl-Procent	NaCl-absolute Menge
2·829	3·05	0·086	1·07	0·030
16·987	3·00	0·508	1·01	0·171
5·600	3·60	0·201	1·18	0·066
4·527	4·25	0·192	1·11	0·050
9·380	5·16	0·484	1·11	0·104
3·270	6·04	0·197	0·95	0·031
3·752	6·98	0·261	0·58	0·021
2·928	6·93	0·204	0·23	0·006

4. Versuch.

Linke Niere für 39' berechnet.

Harnmenge	Ur-Procent	Ur-absolute Menge	NaCl-Procente	NaCl-absolute Menge
13·754	2·66	0·365	1·61	0·221
18·672	3·09	0·576	1·35	0·252
11·321	3·12	0·353	1·21	0·136
8·932	4·05	0·361	0·92	0·082
7·558	4·46	0·337	0·84	0·063
7·338	4·68	0·343	0·84	0·061

Aus diesen Beobachtungen ging das natürlich nur für die besonderen Fälle giltige Resultat hervor, dass der Procentgehalt des Harnes an Harnstoff mit der wachsenden Zeit im fortwährenden Steigen begriffen war, selbst wenn die Harnmenge von einen zum andern Versuch um das Doppelte gewachsen war; daraus folgte, dass wenn in zwei durch ein grösseres Zeitintervall getrennten Absonderungsperioden gleich viel Harn abgeschieden war, der zuletzt aufgefangene mehr Harnstoff enthielt als der zuerst gewonnene. Wenn dagegen in dem ersteren Zeitraume viel mehr Harn als im letzteren entleert war, so enthielt der erste mehr Harnstoff. Merkwürdig ist ferner, dass mit Ausnahme einiger wohl noch in die Fehlergrenzen fallenden Beobachtungen der NaCl-Gehalt abnimmt, wenn die Harnstoffprocente zunehmen.

Ich verlasse diese Betrachtungen mit der Bemerkung, dass hier nur Bruchstücke gegeben sind, die erst durch weitere Verfolgung werthvoll werden können. Ich gehe nun zu den Beobachtungen über, welche sich an der Niere mit zugebundenem Ureter gewinnen liessen. Nach Beginn der Versuche stellte sich alsbald heraus, dass dieselben von einem viel weiter greifenden Belang sind als sich erwarten liess.

Wenn der Ureter unterbunden ist und die Absonderung des Harnes im Gang bleibt, so dass sich derselbe im Harnleiter anhäuft, so veränderte sich sehr bald die Niere selbst. Diese Änderung zeigt sich dadurch, dass die Nieren anschwellen, d. h. an Gewicht und Volum zunehmen, dass sie im Innern blässer, auf der Oberfläche dagegen öfter an einigen Stellen tief roth gefärbt sind, dass die aus

der Kapsel durch die Nieren zurückgehenden Venen anschwellen, und dass sich endlich ein mächtiges Ödem in der *Capsula adiposa* einfindet.

Die Umfangszunahme, welche die Niere erfährt, scheint bedingt zu sein durch die Anfüllung der Canälchen mit Flüssigkeit: hierfür spricht, dass durch einen gelinden auf die Nierenoberfläche wirkenden Druck aus den Papillen Flüssigkeit ausgepresst werden kann; setzt man den Druck einige Zeit hindurch fort, so kann die geschwellte, die entgegengesetzte an Gewicht weit übertreffende Niere auf das Gewicht der letztern zurück gebracht werden. Dasselbe scheint sich auch am lebenden Thiere zu ereignen; hat man nämlich den Ureter so lange unterbunden bis ein Harn austritt, wie er nur bei Nierenanschwellung vorkommt, und lässt man dann den Ureter nur einige Zeit offen, so findet man nach der Tödtung des Thieres beide Nieren ebenfalls wieder gleich schwer. Die mikroskopische Untersuchung weist ebenfalls nichts nach, was auf eine andere Deutung führen könnte; die Kapseln der Glomeruli sind sehr gross, die Gefässmaschen liegen sehr frei in ihnen, und der Übergang der Kapseln in die Gänge ist ungewöhnlich deutlich sichtbar. Um einen Begriff von der Grösse der Schwellung zu geben, verweisen wir auf die der Tabelle I und 5 angehängten Zahlen, welche beide Nierengewichte vergleichen.

Mit ähnlichem Resultate sind nun mindestens zehn Wägungen ausgeführt worden. Wir unterlassen es dieselben mitzutheilen, weil das Gewicht der geschwellten Niere durch blosses Umwenden, ja schon beim blossen Liegenbleiben im geschlossenen Raume sich änderte wegen des Auslaufens von Flüssigkeit. Die Niere wurde gewogen, nachdem sie vorsichtig aus der Fettkapsel herausgenommen, der Ureter und die Gefässe am Eintritt in den Hilus genau abgeschnitten, und die letzten Tropfen Harn aus den Becken entfernt waren.

Die Spannung, unter welcher die Flüssigkeit im Ureter und also auch in den Harneanälchen stand, wurde in einem Falle, bei welchem die Unterbindung einige Stunden bestanden hatte, gleich 40 m. m. Hg. gefunden; das eingesetzte Manometer hatte ein enges Lumen und war ohne den Verlust auch nur eines Tropfens Flüssigkeit in den Ureter gebracht worden.

Über den Harnstoff- und NaCl-Gehalt des im Ureter stagnirenden und des unmittelbar nach Aufhebung des Ureter-Verschlusses abgeordneten Harnes gebe ich aus den zuerst mitgetheilten Versuchen die folgende Zusammenstellung.

Nr. des Versuchs	Linker Ureter						Rechter Ureter						Bemerkungen
	Beobachtungszeit in Min.	Harnmenge in 1 Min.	Harnstoff-Menge in der Beob.-Zeit	Procent	Menge in der ganzen Zeit	Procent	Beobachtungszeit in Min.	Harnmenge in 1 Min.	Harnstoff-Menge in der ganzen Zeit	Procent	Gesamtmenge	Procent	
I.	20	0-233 ⁵ gr.	0.129gr.	2.76	—	—	20	1-073 ³ gr.	0-103gr.	0.79	—	—	Recht. Ur. vorher 60' verst. Vor d. Beob. d. l. Ur. 80' während d. Beob. d. r. Ur. verst. R. Ur. vorher 25' verstopft. Der l. Ur. war 60' zugebanden. d. Zahlen betreffen d. Inh. des Ur., welcher = 6-13 gr. betr. Inhalt d. r. Ur., der vorher verstopft war; er betr. = 6-43 gr. Inhalt d. r. Ur., der vorher 63' verst. war; er betr. = 7-85 gr. Inh. d. r. Ur., nachdem er unmittelbar nach d. vor. Beob. mit einer Unterbrechung v. unbekannter Dauer stehend aber 60' anhaltend verstopft war; er betrug = 13-89 gr. Der l. Ureter war vorher 110' verstopft.
	45	0-239	0.223	2.10	—	—	45	0-342	0-232	1.31	—	—	
	25	0-391	0.202	0.184	1.37	0-010 ⁵ gr.	0-07	—	—	—	—	—	
II.	40	0-206	0.214	2.23	0-014	0-17	40	0-218	0-346	3.96	0-023gr.	0.26	Der l. Ur. war 60' zugebanden. d. Zahlen betreffen d. Inh. des Ur., welcher = 6-13 gr. betr. Inhalt d. r. Ur., der vorher verstopft war; er betr. = 6-43 gr. Inhalt d. r. Ur., der vorher 63' verst. war; er betr. = 7-85 gr. Inh. d. r. Ur., nachdem er unmittelbar nach d. vor. Beob. mit einer Unterbrechung v. unbekannter Dauer stehend aber 60' anhaltend verstopft war; er betrug = 13-89 gr. Der l. Ureter war vorher 110' verstopft.
	—	—	—	3.49	0-011	0-18	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
III.	—	—	—	—	—	—	1	—	0-234	3.65	0-065	1.02	Der l. Ur. war 60' zugebanden. d. Zahlen betreffen d. Inh. des Ur., welcher = 6-13 gr. betr. Inhalt d. r. Ur., der vorher verstopft war; er betr. = 6-43 gr. Inhalt d. r. Ur., der vorher 63' verst. war; er betr. = 7-85 gr. Inh. d. r. Ur., nachdem er unmittelbar nach d. vor. Beob. mit einer Unterbrechung v. unbekannter Dauer stehend aber 60' anhaltend verstopft war; er betrug = 13-89 gr. Der l. Ureter war vorher 110' verstopft.
	37	0-321	0.505	4.25	0-130	1.11	37	0-326	0-571	4.74	0.107	0.89	
	—	—	—	—	—	—	—	1	—	0-523	6.67	0-056	
IV.	23	0-268	0.430	6.98	0-036	0.58	23	0-878	0-672	3.33	0-046	0.23	Der l. Ur. war 60' zugebanden. d. Zahlen betreffen d. Inh. des Ur., welcher = 6-13 gr. betr. Inhalt d. r. Ur., der vorher verstopft war; er betr. = 6-43 gr. Inhalt d. r. Ur., der vorher 63' verst. war; er betr. = 7-85 gr. Inh. d. r. Ur., nachdem er unmittelbar nach d. vor. Beob. mit einer Unterbrechung v. unbekannter Dauer stehend aber 60' anhaltend verstopft war; er betrug = 13-89 gr. Der l. Ureter war vorher 110' verstopft.
	40	0-209	0.580	6.93	0-019	0.23	—	—	0-471	3.39	0-023	0.17	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
IV.	—	—	—	—	—	—	3	—	0-303	2.68	0-099	0.88	Der l. Ur. war 60' zugebanden. d. Zahlen betreffen d. Inh. des Ur., welcher = 6-13 gr. betr. Inhalt d. r. Ur., nachdem er 83' verstopft; er betrug = 11.05.
	39	0-290	0.333	3.12	0-137	1.21	39	0-446	0-417	2.40	0-177	1.02	
	87	0-229	0.807	4.05	0-183	0.92	—	—	0-292	2.64	0-060	0.54	
IV.	72	0-194	0.622	4.46	0-121	0.84	17	0-967	0-169	1.03	0-097	0.59	Der l. Ur. war 60' zugebanden. d. Zahlen betreffen d. Inh. des Ur., welcher = 6-13 gr. betr. Inhalt d. r. Ur., nachdem er 83' verstopft; er betrug = 11.05.
	71	0-188	0.623	4.68	0-112	0.84	37	0-475	0-358	2.04	0-144	0.82	
	143	0-191	1.245	4.57	0-233	0.84	30	0-520	0-452	2.90	0-133	0.85	
							59	0-359	0-653	3.08	0-203	0.96	
							143	0-495	1.632	2.30	0-577	0.81	

Mittel aus d. gleichzeitigen während 143' abgesehenen Harnmengen

Aus der Tabelle geht hervor, dass der Harn, welcher während der Unterbindungszeit in dem Ureter aufgehäuft war, in 100 Theilen mehr Harnstoff und weniger NaCl-Gehalt enthielt, als der unmittelbar vor der Unterbindung auf derselben Seite entleerte, aber die Gesamtmenge des Harnstoffs betrug viel weniger, als während der Unterbindungszeit die entgegengesetzte Niere absonderte.

1. Der Harn, welcher nach der Entleerung des Ureters aus der Niere abfließt, wird ausnahmslos zunächst mit grösserer Geschwindigkeit abgeschieden, die Harnstoffprocente sind sehr beträchtlich gesunken, sowohl im Vergleich mit dem Ureterharn, wie auch mit dem gleichzeitig auf der entgegengesetzten Seite gebildeten.

2. Vergleicht man dagegen die Gesamtmenge des Harnstoffes, welche zu gleichen Zeiten aus beiden Nieren hervorgehen, so ergibt sich, dass auf der Seite, auf welcher der Ureter längere Zeit geschlossen war, viel mehr Harnstoff ausgeschieden wird, als auf der stets offen gebliebenen Niere. Dasselbe Verhalten gilt für das NaCl.

3. Die Absonderungsgeschwindigkeit, die kurze Zeit nach Eröffnung des geschlossenen Ureters sehr beträchtlich gewesen war, nimmt bald ab, und damit steigen Harnstoff- und NaCl-Procente, während die absolute Menge der beiden in der Zeiteinheit gelieferten Stoffe abnimmt.

Da die beträchtliche Zunahme der abgesonderten Harnstoffmenge auf verschiedene Art und namentlich auch so erklärt werden konnte, dass sich während der Unterbindungszeit viel Harnstoff in der Niere angehäuft hatte, der nach der Eröffnung desselben durch einen raschen Wasserstrom ausgespült wurde, so schien es gerathen zu versuchen, ob nicht aus der Niere, welche längere Zeit unterbunden gewesen war, eine grössere Menge von Harnstoff dargestellt werden konnte, als aus der entgegengesetzten, aus welcher der Harn am Austritte niemals gehindert war.

Um dieses zu entscheiden, wurden die beiden Nieren eines eben getödteten Thieres heraus genommen, von dem die eine mehrere Stunden, die andere gar nicht unterbunden gewesen. Die Nieren wurden, nachdem die Kapsel abgezogen, im Porzellanmörser zerrieben, mit Wasser ausgezogen und scharf ausgepresst, darauf wurde die ausgeschiedene Flüssigkeit gekocht, colirt, das durchgegangene auf dem Wasserbade eingedampft, der Rückstand von neuem mit Wasser ausgezogen und das nun klare Filtrat nochmals verdampft.

Das Zurückbleibende wurde mit kochendem Alkohol erschöpft und das Ganze zur Krystallisation hingestellt.

Hier kam das auffallende Ergebniss zum Vorschein, dass aus dem Auszug der unterbundenen Niere äusserst wenig, ja in einigen Fällen gar kein Harnstoff krystallisirte, während der Auszug der andern Niere diesen Körper in merklicher Menge enthielt. Dagegen erschienen im Auszug der unterbundenen Niere eine deutliche Menge von Krystallen, die denen des Kreatins geradezu gleich gestaltet waren.

Diese Erfahrung gab alsbald meinen Beobachtungen eine andere Richtung; sie bestimmte mich nämlich nachzusehen, ob der Harn, welcher aus der vorher unterbundenen Niere entleert wurde, ebenfalls Kreatin enthielt. Als nun ein Vorversuch dargethan, dass der Harn, welcher nach Entleerung des unterbundenen Ureters von der Niere ausgeschieden wurde, ebenfalls die im Nieren-Extract aufgefundenen Krystalle enthielt, verfuhr ich zur Darstellung derselben folgendermassen:

Nachdem der Ureter zwei Stunden unterbunden gewesen, wurde er eröffnet, sein Inhalt entleert und dann die Flüssigkeit gesammelt, welche in den folgenden 10—15 Minuten ausfloss, dann wurden der Ureter wieder geschlossen und nach Verfluss einer Stunde wiederholt auf dieselbe Weise verfahren, mit dem Unterschiede jedoch, dass nun auch der Inhalt des Ureters gesammelt und zur Kreatin-Darstellung benützt wurde. Die vereinigten Flüssigkeiten wurden eingedampft und der Rückstand mit kochendem Alkohol erschöpft, das Filtrat eingengt und zur Krystallisation hingestellt. Nachdem ein grosser Theil des Alkohols verdunstet war, schieden sich Krystalle ab, welche mit kaltem Alkohol gewaschen und aus Wasser wiederholt umkrystallisirt wurden ¹⁾.

Auf diese Weise konnte aus dem Harn von 5 Hunden, deren jeder einen Tag lang benützt wurde, genügendes Material zur sicheren chemischen Bestimmung erhalten werden. Um bei der Kostbarkeit des Stoffes ganz sicher zu gehen, ersuchte ich Herrn Professor Redtenbacher mir bei der chemischen Untersuchung insbesondere dadurch behilflich zu sein, dass er mir aus seiner reichen Präparatensammlung die hier möglicherweise in Frage kommenden Körper zur Vergleichung übergab. Bei der letzteren, an welcher Herr Professor

¹⁾ Dieses Verfahren lieferte jedoch in einzelnen Fällen die Krystalle nicht rein, weil der Harn einen schmierigen Körper enthielt, der ganz dieselben Löslichkeitsverhältnisse wie das Kreatin besass, und durch Umkrystallisiren von ihm nicht getrennt werden konnten.

Redtenbacher Theil zu nehmen die Güte hatte, wurde gefunden, dass die Krystalle genau die Form, ähnliche Löslichkeits-Verhältnisse und neutrale Reaction wie das Kreatin besaßen; ferner, dass aus dem im Harn enthaltenen Körper durch Kochen mit Salzsäure Kreatin gebildet wurde, das mit Chlorzink die bekannte charakteristisch geformte Verbindung gab. Neben dieser Übereinstimmung zwischen Kreatin und dem Stoff des Harns fand sich jedoch die Abweichung, dass die Krystalle aus dem Harn bei 100° C. nicht verwitterten. Ob diese letztere Eigenthümlichkeit des mehrfach umkrystallisirten Harn-Kreatins von einer hartnäckig anhängenden Verunreinigung oder wodurch sie sonst bedingt war, mussten wir unentschieden lassen.

Um nun die Umstände kennen zu lernen, unter denen das Kreatin im Verhältniss zum Harnstoff mehr oder weniger reichlich auftrat, musste ich aus Mangel an scharfen Trennungsarten so verfahren, dass ich das warme alkoholische Harnextract im geschützten Raum auf einem Uhrglas zur Krystallisation hinstellte, und aus der relativen Menge der Krystalle von Harnstoff und Kreatin auf ein Überwiegen des einen oder andern Körpers schloss.

Auf diese Weise, bei der nur sehr auffallende Unterschiede berücksichtigt werden konnten, erhielt ich folgende Resultate:

Bei 2 Hunden war der Ureter 2 Stunden lang unterbunden gewesen, die erste Portion Harn, welche nach der Eröffnung (also als Ureterinhalt) erhalten wurde, enthielt viel Harnstoff und wenig Kreatin, die zweite viel Kreatin und nur Spuren von Harnstoff. In der dritten und vierten nahm das Kreatin ab und der Harnstoff so zu, dass eine Stunde nach Eröffnung des Ureters nur noch Harnstoff in der entleerten Flüssigkeit enthalten war.

In zwei anderen Versuchen blieb der Ureter 24 Stunden lang unterbunden. Hier enthielt die erste Portion der entleerten (vollkommen klaren Flüssigkeit sehr viel Kreatin und nur Spuren von Harnstoff. Von da an wuchs die Menge des Harnstoffes und es nahm die des Kreatins ab, so dass zwei Stunden nach Aufhebung des Verschlusses nur noch Harnstoff ausgeschieden wurde. In einem weiteren Versuch blieb die Unterbindungssehnur 3mal 24 Stunden liegen,

1) Es verdient erwähnt zu werden, dass sich nach einer 24 Stunden lang und länger bestandenen Unterbindung zuweilen Eiter in dem Inhalt des Ureters findet. Hierbei kann die Anwesenheit des Kreatins noch bestehen, die Resultate dieser Versuche sind aber hier nicht aufgenommen.

die erste und zweite Portion enthielt wenig Harnstoff und kein Kreatin, die dritte und vierte Portion keines von beiden, die fünfte, welche 4 Stunden nach Eröffnung des Ureters ausfloss, enthielt wieder viel Harnstoff.

In einem letzten Versuche endlich gelang es, die Unterbindung 4mal 24 Stunden zu erhalten. Der kaum getrübbte Harn, welcher hier ausfloss, enthielt weder Harnstoff noch Kreatin, sondern geringe Mengen einer krystallisirten Masse, die unter dem Mikroskope dem Leucin am ähnlichsten sah.

An diese Versuche reihte sich noch ein anderer beim Pferd, um zu sehen, ob die Kreatinabsonderung unter diesen Umständen auch den Herbivoren eigen sei. Bei einem gesunden Thiere, welches der Director des k. k. Thierarznei-Instituts, Herr Professor Röhl, mir gütigst zur Verfügung stellte, wurde genau wie beim Hund verfahren, mit der einzigen Ausnahme, dass der Ureter ohne Eröffnung des Bauchfelles herausgezogen wurde; es stellten sich genau, so weit die Untersuchung den Vergleich zuließ, dieselben Erscheinungen wie beim Hunde ein. Der wiederholt im Verlaufe von 24 Stunden aufgesammelte Harn enthielt relativ reichliche Mengen von Kreatin, die jedoch nicht rein dargestellt werden konnten, weil ein schmieriger brauner Körper demselben sehr innig anhaftete. Der Harn, welcher 24 Stunden nach Unterbindung des Ureters entleert wurde, enthielt sehr viel Schleim.

Diese Beobachtungen schienen zu beweisen, dass sich eine Zellanziehung nicht betheiligt an der Ausscheidung des Harns aus dem Blute, denn in den Nieren, welche zugebunden waren, hatte sich trotz der, nach Eröffnung des Ureters gesteigerten Harnstoffabscheidung doch keine auch nur im entferntesten entsprechende Menge von Harnstoff angesammelt.

Das Kreatin, welches ich aus dem Harn gewonnen, war aus den Papillen offenbar als solches und nicht als Kreatinin hervorgegangen, weil die befolgte Darstellungsweise keine Umwandlung des Kreatinins in Kreatin voraussetzen lässt. Da nach einer Beobachtung von Liebig ¹⁾ das Kreatin im normalen Hundeharn vorkommt, so könnte man voraussetzen, dass die von mir erhaltene Menge darum so bedeutend gewesen sei, weil es sich in der zugebundenen Niere

¹⁾ Dess. Ann., 1859. Über Kreatinin im Harn der Herbivoren siehe S o c o l o f f. Liebig's Annalen Bd. 7, p. 243.

wegen des stockenden Ausflusses angehäuft hatte, dagegen spricht aber der Umstand, dass in gleich viel und während gleich langer Zeit abgesonderten Harn der anderseitigen normal beschaffenen Niere keine auch nur entfernte ähnliche Menge von Kreatin vorkommt.

Die Fragen ¹⁾, ob das Kreatin aus dem Blute abgeschieden oder ob es in der Niere gebildet ist, und ferner, ob das Kreatin zur Harnstoffbildung in einer Beziehung steht u. s. w. müssen durch spätere Untersuchungen erledigt werden.

Die Blutgefäße der Klappen des menschlichen Herzens.

Von **Dr. H. Luschka**,

Professor der Anatomie in Tübingen.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 24. März 1859.)

Die Beantwortung der Frage, ob die Herzklappen Blutgefäße besitzen oder nicht, hängt genau mit den Vorstellungen zusammen, welche man sich von den Qualitäten der inneren Herzhaut gebildet hat. Denn es stimmen darin die Ansichten der meisten Autoren überein, dass die Klappen des Herzens der Hauptsache nach Duplaturen des Endocardium sind, und daher im Wesentlichen die Eigenschaften dieser Haut theilen. In früherer, so wie in neuerer Zeit ist aber die membranöse Auskleidung der Herzräume sehr verschiedenartig beurtheilt worden.

Einige historische Nachweise über die fragliche Sache dürften um so erwünschter sein, als sie einerseits das Verständniß der zum Theil noch in der Gegenwart herrschenden Anschauungsweise vorbereiten, und andererseits den Standpunkt und die Aufgabe bezeichnen, auf welche eine erneute Forschung gerichtet sein muss. In dem von Haller ²⁾ ganz kurz zusammengefassten Lehrsatze gibt sich die Ansicht kund, welche man vor und zu seiner Zeit über die innere

¹⁾ Über die Folge der Ureterunterbindung bei der Gans berichtet Burmann. Die Harnsäure verschwand aus den Gängen. *Vireho's Archiv*, XI. Bd.

²⁾ *Elementa physiologiae*. Lausanae 17.7, Tomus I, p. 328.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften
mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1859

Band/Volume: [36](#)

Autor(en)/Author(s): Hermann Max

Artikel/Article: [Vergleichung des Harns aus den beiden gleichzeitig thätigen
Nieren. 349-367](#)