(Physiologisches Institut in Bonn.)

Die Harnstoffvertheilung im Blute auf Blutkörperchen und Blutserum.

von

Dr. Bernhard Schöndorff.

In den Lehrbüchern der Physiologie ist es bisher als höchst wahrscheinlich angenommen worden, dass der Harnstoffgehalt des Blutes im wesentlichen durch den Gehalt des Serums an demselben bedingt sei, dass dagegen in den Blutkörperchen kein Harnstoff vorkomme.

So schreibt unter Anderem W u n d t ¹⁾: „Nur im Serum und nicht in den Blutkörperchen sind wahrscheinlich Harnstoff enthalten.“

H a m m a r s t e n ²⁾ bemerkt in seinem physiologisch-chemischen Lehrbuche: „Unter den Stoffen, welche im Blute gefunden werden, und welche ohne Zweifel zum kleineren oder grösseren Theile im Plasma sich vorfinden, sind zu nennen Harnstoff“

H o p p e - S e y l e r ³⁾ spricht folgendermaassen seine Ansicht darüber aus: „Bestimmungen des Gehalts an Harnstoff im normalen Blutplasma oder Blutserum sind meines Wissens nicht ausgeführt. Doch ist anzunehmen, dass der im Gesamtblut gefundene Harnstoff im wesentlichen jedenfalls auf den Gehalt des Plasmas gerechnet werden muss.“

Nun hatte ich ⁴⁾ nachgewiesen, dass der Harnstoffgehalt in den Organen eines Thieres ungefähr der gleiche ist. Berücksichtigte man diesen Umstand, so lag der Gedanke nahe, dass der Harnstoff nicht nur im Serum vorkomme, sondern dass auch ein

1) Lehrbuch der Physiologie. III. Aufl. 1873. S. 260.

2) Lehrbuch der physiologischen Chemie, Wiesbaden 1895. S. 109.

3) Physiologische Chemie. T. III. S. 430.

4) Dies Archiv Bd. 62.

Theil sich in den Blutkörperchen befände. Dieses liess sich experimentell dadurch entscheiden, dass man einerseits vergleichende Harnstoffbestimmungen im Gesamtblute und im Serum dieses Blutes machte, andererseits das Volum der Blutkörperchen bestimmte.

Zur Harnstoffbestimmung benutzte ich die von mir¹⁾ für die Harnstoffbestimmungen in thierischen Organen und Flüssigkeiten angegebene Methode.

Das Volum der Blutkörperchen wurde nach der Methode von M. und L. Bleibtreu²⁾ bestimmt, indem man das Blut in verschiedenen Verhältnissen mit isotonischer Kochsalzlösung mischte und aus dem Stickstoffgehalte des unveränderten Serums und dem Stickstoffgehalte des von diesen Blutkochsalzmischungen erhaltenen Serums das Volum des Serums resp. der Körperchen berechnete.

Zu den Versuchen wurde in den meisten Fällen Pferdeblut verwandt, weil es bei demselben möglich war, in sehr kurzer Zeit, ohne dass eine Zersetzung des Harnstoffs zu befürchten gewesen wäre, ziemlich grosse Mengen von Serum zu erhalten. Zwei Versuche wurden mit Hundeblut und ein Versuch mit Schweineblut angestellt.

Versuch 1.

Von einem Pferde wird beim Schlachten das Blut aufgefangen, sofort durch Schlagen mit einem Glasstab defibrinirt. Nach mehrstündigem Stehen im Kühlraume bei 4° C. wird das Serum abgehoben, und Blut und Serum werden sofort mit Phosphorwolframsäure-Salzsäuremischung gefällt.

300 ccm Blut + 600 Säuremischung. 300 ccm Serum + 600 Säuremischung. Nach 24 Stunden abfiltrirt; mit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ das Filtrat I alkalisch gemacht und 2×120 ccm Filtrat II = 40 ccm Blut resp. Serum $4\frac{1}{2}$ Stunden mit 10 gr H_3PO_4 auf 150° C. erhitzt, und nach Zusatz von NaOH das Ammoniak abdestillirt.

Gefunden in 40 ccm Blut 0,005223 gr N in $\overset{+}{\text{U}}$ resp. 0,028 pCt. Harnstoff³⁾.

Gefunden in 40 ccm Serum 0,00572 gr N in $\overset{+}{\text{U}}$ resp. 0,031 pCt. Harnstoff.

1) Dies Arch. Bd. 62.

2) Dies Arch. Bd. 51. S. 151.

3) Mittel aus zwei oder mehreren Analysen.

Versuch 2.

300 ccm Blut + 600 ccm Säuremischung. 300 ccm Serum + 600 ccm Säuremischung.

Gefunden in 50 ccm Blut 0,00582 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,0249** pCt. Harnstoff.

Gefunden in 50 ccm Serum 0,00577 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,0247** pCt. Harnstoff.

Versuch 3.

Gefunden in 33,3 ccm Blut 0,00527 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,0339** pCt. Harnstoff.

Gefunden in 33,3 ccm Serum 0,00522 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,0336** pCt. Harnstoff.

Versuch 4.

Gefunden in 33,3 ccm Blut 0,00786 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,0505** pCt. Harnstoff.

Gefunden in 33,3 ccm Serum 0,00786 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,0505** pCt. Harnstoff.

	Harnstoffgehalt in pCt.	
	des Blutes	des Serums
Versuch 1.	0,028	0,031
Versuch 2.	0,0249	0,0247
Versuch 3.	0,0339	0,0336
Versuch 4.	0,0505	0,0505

Es hat sich also bei diesen Versuchen die überraschende Thatsache herausgestellt, dass beim Pferde der Harnstoffgehalt des Gesamtblutes und des zugehörigen Serums gleich ist, — die beobachteten Unterschiede sind so klein, dass sie innerhalb der Fehlergrenzen liegen. Die Blutkörperchen enthalten also Harnstoff und zwar ebensoviel wie das Serum. Der Harnstoff im Blute ist also gleichmässig auf Blutkörperchen und Blutserum vertheilt.

Es galt nun zunächst festzustellen, dass der durch die Analyse bestimmte Körper wirklich Harnstoff ist. Es geschah dies auf dieselbe Weise wie in früheren Versuchen, indem der Harnstoff sowohl aus dem durch die Phosphorsäuremethode gefundenen Ammoniak, als auch aus der durch die Bunsen'sche Methode gefundenen Kohlensäure berechnet und die so erhaltenen Werthe

mit einander verglichen wurden. Da der Harnstoffgehalt des Pferdeblutes so gering ist, und man bei der Bunsen'schen Methode nur mit kleinen Flüssigkeitsmengen arbeiten kann, so wurde, damit ein etwaiger Beobachtungsfehler nicht mit einem zu grossen Factor multipliziert werden musste, das Blut resp. Serum vorher mit Alkohol gefällt.

Versuch 5.

I. Fällung mit Phosphorwolframsäure-Salzsäuremischung.

Gefunden in 33,3 ccm Blut 0,00493 gr N in $\overset{+}{U}$ resp. 0,0317 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 33,3 ccm Serum 0,00483 gr N in $\overset{+}{U}$ resp. 0,0311 pCt. Harnstoff.

II. Fällung mit Alkohol.

Der in heissem Wasser aufgenommene Alkoholextrakt wird mit Phosphorwolframsäure-Salzsäuremischung gefällt und der Harnstoff bestimmt:

A. Durch die Ammoniakanalyse.

Gefunden in 36 ccm Blut 0,005074 gr N in $\overset{+}{U}$ resp. 0,0302 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 36 ccm Serum 0,00547 gr N in $\overset{+}{U}$ resp. 0,0326 pCt. Harnstoff.

B. Durch die Kohlensäureanalyse.

Gefunden in 18 ccm Blut 0,00422 gr CO₂ aus $\overset{+}{U}$ resp. 0,032 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 18 ccm Serum 0,004848 gr CO₂ aus $\overset{+}{U}$ resp. 0,0367 pCt. Harnstoff.

Versuch 6.

I. Fällung mit Phosphorwolframsäure-Salzsäuremischung.

Gefunden in 40 ccm Blut 0,00567 gr N in $\overset{+}{U}$ resp. 0,03035 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 40 ccm Serum 0,00555 gr N in $\overset{+}{U}$ resp. 0,0297 pCt. Harnstoff.

II. Fällung mit Alkohol.

A. Ammoniakanalyse.

Gefunden in 26,76 ccm Blut 0,00343 gr N in $\overset{+}{U}$ resp. 0,0275 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 24,52 ccm Serum 0,00333 gr N in $\overset{+}{U}$ resp. 0,02913 pCt. Harnstoff.

B. Kohlensäureanalyse.

Gefunden in 20,07 ccm Blut 0,004253 gr CO₂ in $\overset{+}{U}$ resp. 0,02889 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 18,4 ccm Serum 0,0045 gr CO₂ in $\overset{+}{U}$ resp. 0,03376 pCt. Harnstoff.

Versuch 7.

Der Versuch wurde noch einmal mit grossen Mengen (1200 ccm) Blut resp. Serum wiederholt.

I. Fällung mit Phosphorwolframsäure-Salzsäuremischung.

Gefunden in 40 ccm Blut 0,00425 gr N in $\bar{U}$ resp. 0,0228 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 40 ccm Serum 0,0044 gr N in $\bar{U}$ resp. 0,0236 pCt. Harnstoff.

II. Fällung mit Alkohol.

A. Ammoniakanalyse.

Gefunden in 60 ccm Blut 0,00521 gr N in $\bar{U}$ resp. 0,0185 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 60 ccm Serum 0,00555 gr N in $\bar{U}$ resp. 0,0198 pCt. Harnstoff.

B. Kohlensäureanalyse.

Gefunden in 60 ccm Blut 0,008104 gr CO₂ in $\bar{U}$ resp. 0,01842 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 60 ccm Serum 0,00937 gr CO₂ in $\bar{U}$ resp. 0,0213 pCt. Harnstoff.

	Harnstoffgehalt in pCt.			
	des Blutes		des Serums	
	aus NH ₃	aus CO ₂	aus NH ₃	aus CO ₂
Versuch 5	0,0302	0,0320	0,0326	0,0367
Versuch 6	0,0275	0,0289	0,0291	0,0338
Versuch 7	0,0185	0,0184	0,0198	0,0213

Die drei letzten Versuche haben also ergeben, dass der durch die Analyse bestimmte Körper wirklich Harnstoff ist, indem der aus dem Ammoniak berechnete Harnstoffwerth mit dem aus der Kohlensäure berechneten übereinstimmt. Die dabei beobachteten Unterschiede sind so klein und verringern sich je nach der Menge Substanz, die man zur Analyse benutzt, dass dieselben wohl als im Bereich der Fehlergrenzen liegend anzusehen sind.

Ogleich es wohl mit Sicherheit vorauszusehen war, dass die für das Pferdeblut gefundene Thatsache einer gleichmässigen Vertheilung des Harnstoffs zwischen Serum und Körperchen sich nicht allein auf dieses beschränken würde, so schien es doch wünschenswerth, diese Thatsache auch bei anderen Thierarten zu bestätigen.

Versuch 8.

Von einem längere Zeit mit Fleisch gefütterten, nüchternen Hunde wurde das Blut aus der Femoralis erhalten. Aus einer zweitheiligen Kanüle floss ein Theil des Blutes in ein Glasgefäß und wurde sofort defibrinirt. Der andere Theil floss gleichzeitig unter Quecksilber in einen 600 ccm fassenden, mit Quecksilber gefüllten Glasylinder, der nach oben in eine durch einen Hahn verschliessbare Capillarröhre endigte. Dieser Cylinder wurde in ein mit Eis gefülltes Gefäß versenkt, und das Serum am nächsten Tage abgesaugt. Eine Zersetzung des Harnstoffs konnte nicht eingetreten sein, da die Harnstoffanalyse des Blutes, welche an beiden Tagen ausgeführt, dasselbe Ergebniss hatte.

Gefunden in 30 ccm Blut 0,00702 gr N in $\bar{U}^+$ resp. 0,0506 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 16,7 ccm Serum 0,003875 gr N in $\bar{U}^+$ resp. 0,0498 pCt. Harnstoff.

Versuch 9.

Schweineblut wird beim Schlachten aufgefangen.

Gefunden in 10 ccm Blut 0,0016 gr N in $\bar{U}^+$ resp. 0,0343 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 5 ccm Serum 0,0009 gr N in $\bar{U}^+$ resp. 0,0385 pCt. Harnstoff.

	Harnstoffgehalt in pCt.	
	des Blutes	des Serums
Hund	0,0506	0,0498
Schwein	0,0343	0,0385

Es bestätigt sich also die Thatsache, dass ebenso wie beim Pferde auch beim Hunde und beim Schweine eine gleichmässige Vertheilung des Harnstoffs im Blute auf Serum und Körperchen stattfindet.

Wenn man nun in Betracht zieht, dass der Wassergehalt des Serums und der Körperchen ein sehr verschiedener ist, wenn man ferner bedenkt, dass der Harnstoff doch wahrscheinlich in dem in den Körperchen befindlichen Wasser gelöst ist, so lag die Frage sehr nahe, hat sich zwischen Serum und Körperchen nur ein Gleichgewichtszustand in Bezug auf den Harnstoff hergestellt, und tritt derselbe durch Verdünnung des Serums mit einer dem Serum isotonischen Flüssigkeit aus den Körperchen aus, oder ist

derselbe in den Körperchen chemisch gebunden? Wie verhält sich ferner eine dem Blute zugesetzte isotonische Harnstofflösung zu den Blutkörperchen?

Bei den zur Beantwortung dieser Fragen angestellten Versuchen wurde der isotonische Koeffizient der dem Blute zuzusetzenden Lösung mittelst der Methode der Gefrierpunkterniedrigung bestimmt. Nun zeigte sich beim Zusatz einer isotonischen Harnstofflösung zum Blute, dass sie eine auflösende Wirkung auf die Blutkörperchen ausübte, wenn dieselbe in grösserer Menge zugesetzt wurde. Liess man z. B. das Blut auch unter beständigem Umschütteln in die Harnstofflösung fliessen, so wurde dasselbe sofort lackfarben. Setzte man die Harnstofflösung unter stetem Umschütteln zum Blute, so liess dieselbe die Blutkörperchen nur dann unverändert, wenn ihr Volum im Verhältniss zum Volum des Blutes nur sehr klein war. Die Blutkörperchen blieben unverändert, und es trat kein Blutfarbstoff aus, wenn das Volum der zugesetzten Harnstofflösung nicht grösser war als $\frac{1}{5}$ des Volums des Blutes. Bei Zusatz von 30 ccm Harnstofflösung zu 100 ccm Blut war die Rothfärbung des Serums zweifelhaft. Bei Zusatz von $\frac{1}{2}$ Vol. Harnstofflösung war das Serum rothgefärbt; bei Zusatz von mehr als $\frac{1}{2}$ Vol. wurde das Blut lackfarben. Infolgedessen wurde bei den folgenden Versuchen nicht mehr wie 15 ccm Harnstofflösung zu 100 ccm Blut zugesetzt, nur in einem Falle 50 ccm.

Zur Verdünnung des Serums wurde isotonische Kochsalzlösung benutzt.

Versuch 10.

Eine Harnstofflösung von 1,8412 pCt. zeigte die gleiche Gefrierpunkterniedrigung wie das Serum des benutzten Pferdeblutes.

Zu je 100 ccm Pferdeblut werden 5,36 ccm dieser $\bar{U}$ -Lösung = 0,09869 gr $\bar{U}$ zugesetzt, und der Harnstoffgehalt des Blutes und des Serums vor und nach Zusatz der Harnstofflösung bestimmt.

1) Gefunden in 40 ccm des ursprünglichen Blutes 0,00778 gr N in $\bar{U}$ resp. 0,0417 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 40 ccm des ursprünglichen Serums 0,00856 gr N in $\bar{U}$ resp. 0,0458 pCt. Harnstoff.

2) Gefunden in 40 ccm Harnstofflösung-Blutmischung 0,0239 gr N in $\bar{U}$ resp. 0,128 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 40 ccm Harnstofflösung-Serummischung 0,02616 gr N in $\bar{U}$
resp. 0,14 pCt. Harnstoff.

Es hat sich also der Harnstoff fast gleichmässig auf Blutkörperchen und Blutserum vertheilt.

Versuch 11.

Pferdeblut. Die mit dem Serum isotonische Kochsalzlösung ist 0,918 pCt. Die Harnstofflösung von gleicher Gefrierpunktserniedrigung ist 1,7579 pCt. Benutzt wurde eine 1,6222 pCt. $\bar{U}$ -Lösung.

1) Gefunden in 40 ccm Blut 0,0065 gr N in $\bar{U}$ resp. 0,0348 pCt. Harnstoff.
Gefunden in 40 ccm Serum 0,00655 gr N in $\bar{U}$ resp. 0,0351 pCt. Harnstoff.

2) 1 Vol. Blut wird mit $\frac{1}{2}$ Vol. Kochsalzlösung vermischt und in der Serum-Kochsalzlösungsmischung der Harnstoff bestimmt.

Gefunden in 70 ccm Serum-Kochsalzlösungsmischung 0,0074 gr N in $\bar{U}$ resp. 0,02265 pCt. Harnstoff.

Aus dem Verdünnungsverhältniss berechnet sich der Harnstoffgehalt des verdünnten Blutes zu 0,0232 pCt.

3) Zu je 100 ccm Blut werden 15 ccm $\bar{U}$ -Lösung zugesetzt. In 100 ccm der Blut-Harnstofflösungsmischung sind also 13,04 ccm $\bar{U}$ -Lösung = 0,2115 gr $\bar{U}$ und 86,96 ccm Blut = 0,0283 gr $\bar{U}$. In der Mischung sind also 0,2398 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 33,3 ccm Blut-Harnstofflösungsmischung 0,03723 gr N in $\bar{U}$ resp. 0,2393 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 33,3 ccm Serum-Harnstofflösungsmischung 0,039 gr N in $\bar{U}$ resp. 0,2507 pCt. Harnstoff.

4) 1 Vol. dieser Blut-Harnstofflösungsmischung wird mit $\frac{1}{2}$ Vol. NaCl-Lösung vermischt und im Serum dieser Mischung der Harnstoff bestimmt.

Gefunden in 33,3 ccm dieses zweimal verdünnten Serums 0,02593 gr N in $\bar{U}$ resp. 0,1667 pCt. Harnstoff.

Für die entsprechende Blutmischung berechnet 0,1595 pCt. Harnstoff.

Versuch 12.

Pferdeblut. Die mit dem Serum isotonische Kochsalzlösung ist 0,931 pCt. Die Harnstofflösung von gleicher Gefrierpunktserniedrigung ist 1,7598 pCt.

I.

Gefunden in 40 ccm Blut 0,0061 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,0327** pCt. Harnstoff.

Gefunden in 40 ccm Serum 0,00615 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,03295** pCt. Harnstoff.

II.

Zu je 100 ccm Blut werden 15 ccm Harnstofflösung zugesetzt.

Gefunden in 20 ccm Mischung 0,02448 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,2622** pCt. Harnstoff.

Gefunden in 30 ccm Serum dieser Mischung 0,03845 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,2727** pCt. Harnstoff.

III.

Zu je 100 ccm Blut werden 50 ccm Harnstofflösung zugesetzt. Das Serum war roth gefärbt.

Gefunden in 15 ccm Mischung 0,04215 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,6022** pCt. Harnstoff.

Gefunden in 15 ccm Serum dieser Mischung 0,04328 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,6182** pCt. Harnstoff.

IV.

1. Vol. Blut wird mit 1 Vol. Kochsalzlösung vermischt.

Gefunden in 100 ccm Serum dieser Mischung 0,00751 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,0161** pCt. Harnstoff.

Im verdünnten Blute berechnet **0,01635** pCt. Harnstoff.

V.

1 Vol. Blut-Harnstofflösungsmischung (100-ccm Blut : 15 ccm $\bar{U}$ -Lösung) wird mit 1 Vol. Kochsalzlösung vermischt.

Gefunden in 30 ccm Serum dieser Mischung 0,01815 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,1296** pCt. Harnstoff.

Für die entsprechende Blutmischung berechnet **0,1311** pCt. Harnstoff.

VI.

Von 1400 ccm Blut werden 670 ccm Serum abgehoben. In dem übrigbleibenden 736 ccm messenden Blutkörperchensatz sind noch 141,6 ccm Serum, da das Volum des Serums = 58,4 pCt. ist. 400 ccm dieses Blutkörperchenbreies werden mit 800 ccm Kochsalzlösung vermischt und im Serum dieser Mischung der Harnstoff bestimmt.

Gefunden in 60 ccm dieses Serums 0,002525 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,0091** pCt. Harnstoff.

In der Blutmischung selbst sind berechnet **0,0112** pCt. Harnstoff.

VII.

Von 500 ccm Blut-Harnstofflösungsmischung (100 ccm Blut : 15 ccm $\bar{U}$ -Lösung) werden 235 ccm Serum abgehoben. In dem übrigbleibenden 265 ccm Blutkörperchenbrei können noch 57 ccm Serum angenommen werden. 265 ccm Blutkörperchenbrei werden mit 530 ccm NaCl-Lösung vermischt und im Serum dieser Mischung der Harnstoff bestimmt.

Die Harnstoffvertheilung im Blute auf Blutkörperchen und Blutserum. 201

Gefunden in 50 ccm dieses Serums 0,03815 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,08175 pCt.**
Harnstoff.

In der Blutmischung selbst berechnet: **0,08815 pCt.** Harnstoff.

Versuch 13.

In Versuch 8 wurde 1 Vol. Hundeblut mit 1 Vol. 0,94 pCt. isotonischer Kochsalzlösung vermischt und im Serum der Mischung der Harnstoff bestimmt.
Gefunden in 16,67 ccm dieses Serums 0,0017 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,02186 pCt.**
Harnstoff.

In der Blutmischung selbst berechnet **0,0253 pCt.** Harnstoff.

Versuch 14.

1 Vol. Hundeblut mit 1 Vol. 0,9 pCt. Kochsalzlösung vermischt.
Gefunden in 25 ccm des unvermischten Blutes 0,01313 gr N in $\bar{U}$ resp.
0,1125 pCt. Harnstoff.

Gefunden in 20 ccm Serum der Mischung 0,00545 gr N in $\bar{U}$ resp. **0,0584 pCt.**
Harnstoff.

In der Blutmischung berechnet **0,05625 pCt.** Harnstoff.

Zusammenstellung der Ergebnisse von Versuch 10--14.

		Harnstoffgehalt in pCt.	
		des Blutes	des Serums
Versuch 10	Normal. Pferdeblut	0,0417	0,0458
	100 ccm Blut + 5,36 ccm $\bar{U}$ -Lösung	0,128	0,140
Versuch 11	Norm. Blut	0,0348	0,0351
	1 Vol. Blut + $\frac{1}{2}$ Vol. NaCl-Lösung	0,0232 (ber.)	0,02265
	100 ccm Blut + 15 ccm $\bar{U}$ -Lösung	0,2393	0,2507
	1 Vol. Blut - $\bar{U}$ - Lösungsmischung + $\frac{1}{2}$ Vol. NaCl-Lösung	0,1595 (ber.)	0,1667
Versuch 12	Norm. Blut	0,0327	0,03295
	100 ccm Blut + 15 ccm $\bar{U}$ -Lösung	0,2622	0,2727
	100 ccm Blut + 50 ccm $\bar{U}$ -Lösung	0,6022	0,6182
	1 Vol. Blut + 1 Vol. NaCl-Lösung	0,01635(ber.)	0,0161
	1 Vol. Blut - $\bar{U}$ - Lösungsmischung (15 ccm) + 1 Vol. NaCl-Lösung	0,1311 (ber.)	0,1296
	1 Vol. Blutkörperchenbrei + 2 Vol. NaCl-Lösung	0,0112 (ber.)	0,00908
	1 Vol. Blutkörperchenbrei von 100 ccm Blut + 15 ccm $\bar{U}$ -Lösung + 2 Vol. NaCl-Lösung	0,08815(ber.)	0,08175
Versuch 13	Hundeblut	0,05057	0,04982
	1 Vol. Blut + 1 Vol. NaCl-Lösung	0,0253 (ber.)	0,02186
Versuch 14	Hundeblut	0,1125	—
	1 Vol. Blut + 1 Vol. NaCl-Lösung	0,05625(ber.)	0,0584

Es ergibt sich also aus den Versuchen folgendes:

1. Der Harnstoff ist ein Bestandtheil der rothen Blutkörperchen.

2. Der Harnstoff im Blute ist gleichmässig auf Blutserum und Blutkörperchen vertheilt.

3. Setzt man zum Blute eine isotonische Harnstofflösung in beliebigem Verhältnisse, so vertheilt sich der Harnstoff gleichmässig auf Blutserum und Blutkörperchen.

4. Verdünnt man das Blut mit isotonischer Kochsalzlösung in beliebigem Verhältnisse, so tritt so lange Harnstoff aus den Blutkörperchen aus, bis wieder eine gleichmässige Vertheilung des Harnstoffs auf Blutserum und Blutkörperchen eingetreten ist.

5. Verdünnt man die Blutharnstofflösungsmischung mit isotonischer Kochsalzlösung, so tritt der Harnstoff wieder so lange aus den Blutkörperchen aus, bis der Gleichgewichtszustand wiederhergestellt ist.

Herrn Geheimrath Pflüger spreche ich für die freundliche Unterstützung, die er mir bei dieser Arbeit hat zu Theil werden lassen, meinen herzlichsten Dank aus.