

Zur Bestimmung von Urineiweiß auf zentrifugalem Wege.

Von
Casimir Strzyzowski.

Mit einer Abbildung im Text.

(Aus dem Universitäts-Laboratorium für physiologische und gerichtliche Chemie
in Lausanne.)

(Der Redaktion zugegangen am 22. August 1913.)

1. Einleitung.

Wie andere Untersucher,¹⁾ so glaubte auch ich von der Annahme ausgehen zu dürfen, daß es genüge, den Eiweißgehalt eines Harns gewichtsanalytisch zu ermitteln, um dann aus den mit der Esbachschen Lösung bei diesem Harn gefundenen Niederschlagsmengen Standardzahlen für Eiweißbestimmungen auf zentrifugalem Wege zu erzielen.

Aus einer Reihe mittels Elektromotor-Zentrifugen und sehr genau graduierter Zentrifugier-Sedimentgläser angestellter Versuche zeigte es sich jedoch bald, daß ungeachtet der Einhaltung sehr genauer einheitlicher Umlaufzeit- und Geschwindigkeitsfaktoren die vorgenannte theoretische Voraussetzung nicht zuträfe.

Wurden nämlich die auf diese Weise erhaltenen Standardzahlen mit denjenigen, die man mit neuen Harnen gewann — von denen der Eiweißgehalt wie vorhin zuvor gewichtsanalytisch ermittelt worden ist — verglichen, so kamen bisweilen so große Differenzen zum Vorschein, daß ich mehrere Male glaubte, die Versuche ein für allemal einstellen zu müssen. Dies um so mehr, als es nicht selten vorkam, daß ein Harn, wenn er früh morgens zentrifugiert wurde, einen beträchtlich höheren Eiweißgehalt aufwies als beim Zentrifugieren am Nachmittage, und auch die bei Verdünnungen erzielten Resultate häufig genug untereinander keineswegs übereinstimmten.

Eine Erklärung für diese Abweichungen war nicht sofort zu finden. Erst bei längerem Studium derselben konnte festgestellt werden, daß die Ursachen davon rein physikalischer

¹⁾ K. Braungard, Chem.-Ztg., Bd. 33, S. 942, 1909.

• Aufrecht, Deutsche med. Wochenschr., Bd. 35, S. 2018, 1909.

Natur waren und daß das Volumen eines zentrifugierten Eiweißniederschlag nicht bloß von der Umdrehungsgeschwindigkeit und dem Zeitabschnitte der Schleuderung abhängt, sondern auch zu der Rotationstemperatur und der Dichte der Flüssigkeit, in welcher der Niederschlag hervorgerufen wurde, in engem Verhältnisse steht.

Diese Erfahrungen berechtigten zur Aufstellung der folgenden Sätze.

1. Bei gleicher Achsendrehung und gleicher Temperatur wächst das Volumen des Niederschlages mit der Flüssigkeitsdichte.

2. Bei gleicher Achsendrehung und gleicher Flüssigkeitsdichte steht das Volumen des Niederschlages im umgekehrten Verhältnisse zu der Temperatur.

Außerdem übt aber noch die Entfernung des Sedimentglases von der Rotationsachse selbst einen, wenn auch geringen, so doch merkbar verringernden Einfluß auf das Volumen des Eiweißniederschlag aus. Diese Verringerung, die proportional zu dem Umfang des Kreises ist, welchen der verengte Anteil des Zentrifugierglases zu durchlaufen hat, kann indessen bei unserer gegenwärtigen, ziemlich konstanten Zentrifugier-Aluminiumhülsenapparat übersehen werden.

Zuletzt will ich noch hervorheben, daß es durchaus nicht gleichwertig war, ob ein Eiweißniederschlag sofort nach der ersten Minute seines Entstehens oder erst viel später zentrifugiert wurde. Die feinen Teilchen, aus denen das initiale Gerinnsel besteht, vergrößern sich nämlich mit der Zeit zu gröberen Suspensionen, die dem zentrifugierten Eiweißniederschlag ein um so größeres Volumen erteilen, je später geschleudert worden ist.

Aus alledem geht somit hervor, daß bei einer wissenschaftlich begründeten zentrifugalen Eiweißbestimmung, die mit der gewichtsanalytischen die Wage halten soll, mit allen vorgenannten Faktoren zu rechnen war und Normen für dieselben geschaffen werden mußten. Ich ging hierbei wie folgt vor und bediente mich der nachstehenden Apparat.

II. Apparatur.

1. Zentrifugen und Tourenzähler. Da Handzentrifugen sich für diese Eiweißbestimmung nicht eigneten, so kamen bloß Elektromotor-Zentrifugen in Verwendung.¹⁾ Zwecks Ermittlung deren Umdrehungszahl bediente ich mich des bekanntlich recht billigen und praktischen Tourenzählers «Reform».²⁾ Von anderen Geräten, namentlich von Flüssigkeitstourenzählern, wurde gänzlich abgesehen, weil die Dichte der Flüssigkeit (Glycerin?), die sie enthalten, mit der Temperatur wechselt und Differenzen von 50 Touren in der Minute leicht übersehen werden können.

Als Norm für die Geschwindigkeit wurden 2000 Minutentouren angenommen. Die Umlaufsdauer betrug bei jeder Bestimmung genau 15 Minuten, so daß die gesamte Tourenzahl bei einer Eiweißermittlung auf 30000 bzw. der von der Zentrifuge durchlaufene Weg bei einem Umfang von 0,993 m auf etwa 29,7 km zu stehen kam. Selbstverständlich gelingt es selten, die Zentrifuge genau auf 2000 Minutentouren einzustellen. Gewöhnlich stößt man auf 1990 bzw. 2015 Touren.

Die während der Feststellung der weiter unten tabellarisch angeführten Standardzahlen in Anwendung gekommenen äußersten Umlaufzahlen schwankten zwischen 1989 und 2036 pro Minute. Zwecks strengerer Kontrolle wurde außerdem noch bei jeder Eiweißbestimmung — von denen stets gleichzeitig vier ausgeführt werden können — während der 15 Minuten dauernden Zentrifugierung die Zahl der Touren von der 8. Minute an noch einmal gemessen. Dies geschah vermöge eines 60 Sekunden langen Anlegens des vorerwähnten Tourenzählers auf die Rotationsaxe. Ein zu starkes Aufdrücken

¹⁾ Diejenigen, deren ich mich bediente, wurden mir von der Firma Franz Hegershoff in Leipzig geliefert. Selbstverständlich hatte ich an denselben das etwa 2½ kg schwere Metallgehänge durch das gewöhnliche, kaum 100 g wiegende ersetzt, sowie noch andere kleine Abänderungen vorgenommen.

²⁾ Sehr gute Tourenzähler, die sofort die Zahl der Umläufe anzeigen, werden von der Firma Zivy & Cie., Instruments de précision, 62bis, Rue Demours, Paris, geliefert. Natürlich sind dieselben auch entsprechend teurer.

dieses letzteren wurde absichtlich vermieden, weil dadurch eine momentane Verlangsamung im Rotieren eintritt und das Ergebnis der Tourenermittlung unrichtig ausfällt.

Postulat betreffs der Vervollkommnung
analytischer Zentrifugen.

Zum Schlusse möchte ich noch ganz besonders hervorheben, daß es für die weitere Entwicklung der noch verhältnismäßig jungen quantitativen Analyse auf zentrifugalem Wege recht wünschenswert wäre, wenn die Zentrifugenfabriken die Elektromotorzentrifugen direkt mit ein für allemal angebrachten, recht genauen Tachometern in Verbindung setzen würden, wie dies in einzelnen Fächern der Maschinenbauindustrie, z. B. bei gewissen Transmissionen, schon längst eingeführt ist. Durch eine solche Ausstattung würde das zeitraubende Anlegen von Tourenzählern auf die Rotationsaxe wegfallen und ein Blick auf die Apparatur genügen, um zu erfahren, wie viel Umläufe die Zentrifuge in dem Momente macht.

Ferner würde es sich empfehlen, die Zentrifugen mit Thermometern zu versehen, sowie eine Minutenuhr mit Signalgeläute (nach dem Prinzip der Eieruhren) beizufügen.

2. Zentrifugier-Sediment-Meßgerät. Als solches verwandte ich den anderweit ausführlich beschriebenen Sedimentmesser,¹⁾ der kein Albuminometer ist, sondern ein für sämtliche Niederschläge (organischer oder anorganischer Beschaffenheit), deren Messung sich auf zentrifugalem Wege ausführen läßt, bestimmter Universalapparat. Letzterer, der neulich auch schon von O. Sammet²⁾ zur Messung von Acetonquecksilbersulfatniederschlag bei zentrifugieranalytischen Acetonbestimmungen im Harn verwandt wurde, wird von Franz Hugerhoff in Leipzig hergestellt und zeichnet sich durch die nachstehenden Vorzüge aus.

1. Peinlichst genaue Teilung auf $\frac{1}{100}$ ccm.

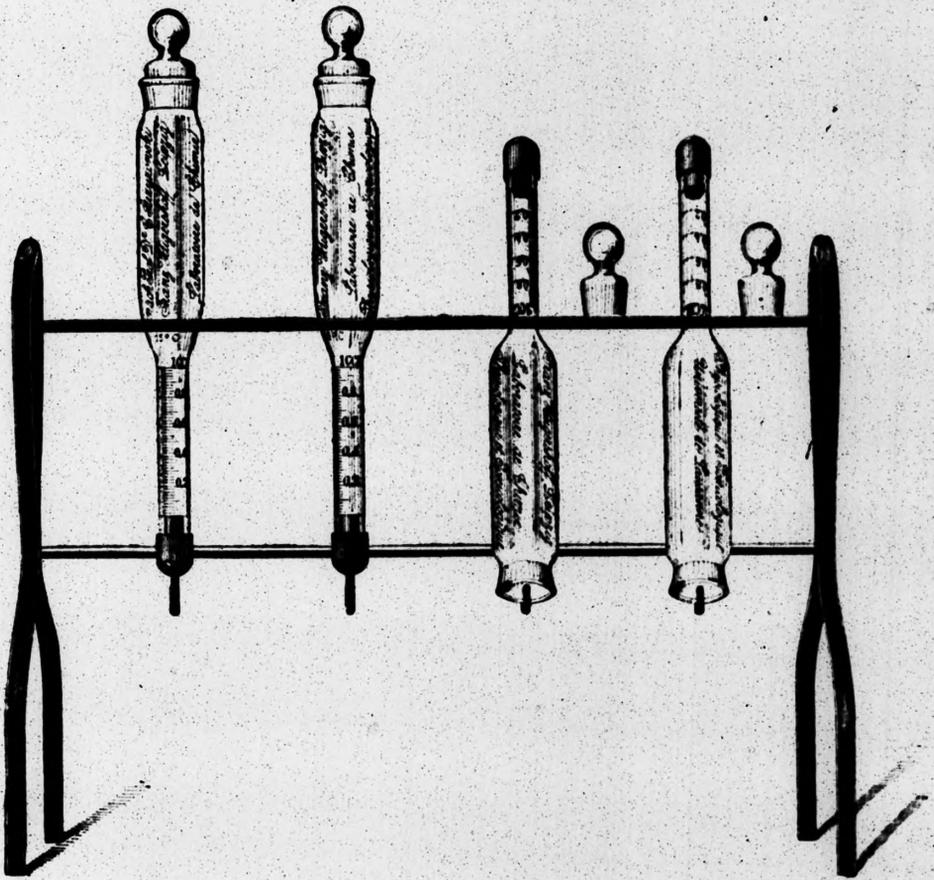
2. Boden horizontal, wodurch ein exaktes Ablesen selbst kleinster Zentrifugier-Sediment-Zylinder bei Zuhilfenahme einer Lupe ermöglicht wird.

¹⁾ C. Strzyzowski, Über einen neuen Zentrifugier-Sediment-Präzisions-Messer. Ein Beitrag zur Vervollkommnung der Meßinstrumente für quantitative Bestimmungen, namentlich für Harn-, Blut- und Nahrungsmittel-Untersuchungen, sowie für bakteriologische Zwecke. Schweiz. Wochenschrift f. Chem. u. Pharm., Nr. 33, 1912.

²⁾ O. Sammet, Beitrag zur quantitativen Bestimmung des Acetons im Harn (Laboratorium Prof. Dr. Winterstein, Technische Hochschule, Zürich), Diese Zeitschrift, Bd. 63, S. 222, 1913.

3. Große Resistenz der Zentrifugier-Sediment-Messer, deren Boden in einer Metallhülse eingepreßt ist.

Für die Messung von Eiweiß- und anderen Niederschlägen empfiehlt es sich, Gläser mit eingeriebenem Kugelgriff-Stopfen zu benützen. Ich selbst gebrauche nur solche (s. Abb. 1).



Abbild. 1. Zentrifugier-Sediment-Präzisions-Messer mit Statif und Teilung auf $\frac{1}{50}$ ccm. Die Kalibrierung der gegenwärtigen Apparatur wird auf $\frac{1}{100}$ ccm ausgeführt.

Da nun aber diese Sediment-Messer etwas höher sind als unsere gewöhnlichen Aluminiumhülsen für Zentrifugierzwecke und beim Schleudern an die Wölbung des horizontalen Hülsenhalters anschlagen würden, so müssen die 14 mm breiten verwickelten Metallringe, auf denen die Hülsen sitzen, zuvor entfernt werden oder, besser, man läßt unter Beibehaltung der Hülsenringe von einem Mechaniker einen Hülsenhalter mit etwas längeren Armen anfertigen.

Bei meiner Schleudermaschine betrug der Radius bezw. der Abstand von der Rotationsachse bis zu der horizontal-gestreckten Hülsenspitze 158 mm.

III. Vorbereitung des Harnes für die zentrifugale Eiweißbestimmung.

1. Einstellung des Harnes auf das spezifische Gewicht 1,030.

Da die Höhe bezw. das Volumen des zentrifugierten Eiweißzylinders in geradem Verhältnisse zu der Harndichte steht, so mußte, zwecks Erzielung genauer Ergebnisse, auch hier ein einheitliches Richtmaß angenommen werden.

Nun kommen bekanntlich bei Albuminurien Harndichten mit über 1,030 äußerst selten vor. Dieselben liegen gewöhnlich zwischen 1,010 und 1,025. Ich hatte deshalb das spezifische Gewicht 1,030 als Einheitsdichte gewählt. Man gelangt zu derselben durch Kochsalzzusatz in dem in der nachstehenden Tabelle angeführtem Verhältnisse.¹⁾

Das angetroffene natürliche spez. Gewicht des Eiweißharns	NaCl-Menge, die pro 100 ccm zugesetzt werden muß, um dem Eiweißharn das einheitliche spez. Gew. 1,030 zu erteilen
1,010	2,85 g
1,011	2,71 »
1,012	2,57 »
1,013	2,43 »
1,014	2,29 »
1,015	2,16 »
1,016	2,02 »
1,017	1,88 »
1,018	1,74 »
1,019	1,60 »
1,020	1,47 »
1,021	1,33 »
1,022	1,19 »

¹⁾ Beträgt die Dichte ausnahmsweise mehr als 1,030, so verdünnt man den Eiweißharn mit dem gleichen Volumen eines anderen, wenig dichteren eiweißfreien Harns, ermittelt das neue spez. Gewicht und versetzt mit der erforderlichen Menge NaCl bis auf 1,030.

Fortsetzung.

Das angetroffene natürliche spez. Gewicht des Eiweißharns	NaCl-Menge, die pro 100 ccm zugesetzt werden muß, um dem Eiweißharn das einheitliche spez. Gew. 1,030 zu erteilen
1,023	1,05 g
1,024	0,92 „
1,025	0,78 „
1,026	0,64 „
1,027	0,50 „
1,028	0,37 „
1,029	0,23 „

Daß durch diesen Kochsalzzusatz der Harn an Volumen zunimmt und somit der prozentuale Eiweißgehalt eine Verminderung erleidet, liegt auf der Hand. Diese leicht zu korrigierende Abweichung ist indessen sehr klein und praktisch belanglos. Sie beträgt z. B. bei einem Harn mit 1%igem Eiweißgehalt, dessen spezifisches Gewicht von 1,010 auf 1,030 gebracht wurde, kaum 0,0079%, da doch ein Zusatz von 2,85 g Kochsalz zu 100 ccm Harn bei 15° eine Volumenzunahme¹⁾ von höchstens 0,8 ccm bewirkt.

2. Zusatz einer Zinksulfatlösung (spez. Gew. 1,3000).

Würde man den so auf das spezifische Gewicht 1,030 eingestellten Harn ohne weiteres mit Esbachschen Reagens versetzen und zentrifugieren, so bekäme jeder Teilstrich (= 0,01 ccm) des Zentrifugier-Sediment-Messers einen zu hohen Eiweißwert. Hierdurch würde den unvermeidlichen Schwankungen bzw. Ergebnisabweichungen zweier Bestimmungen desselben Harns ein zu großer Spielraum gelassen werden. Um dies nun zu verhüten, mußte die Dichte des Milieus, in welchem der Eiweißniederschlag zustande kommt, noch bedeutend vergrößert werden. Dies geschah durch Zusatz von entsprechend konzentrierten $MgCl_2$ -, $MgSO_4$ -, NH_4NO_3 - bzw. $ZnSO_4$ -Lösungen. Unter diesen hatte sich die Zinksulfatlösung am besten bewährt. Sie erhöht nebenbei bis zu einem gewissen Grade das Fällungsvermögen des Esbachschen Reagens und hat die nachstehende Zusammensetzung.

¹⁾ Nach erfolgter Lösung und Freiwerden sämtlicher Luftblasen.

ZnSO ₄ + 7 H ₂ O	112,3 g
Wasser	100 ccm
Eisessig	3 ccm.

Nach erfolgter Lösung wird bei 15° mit Wasser auf 200 ccm aufgefüllt.

Die so zubereitete ZnSO₄-Lösung soll bei der Dichtebestimmung mit der Westphalschen Wage das spezifische Gewicht von 1,300 aufweisen.

IV. Vornahme der zentrifugalen Eiweißbestimmung.

Ist die Elektromotorzentrifuge auf die erforderliche Rotationsgeschwindigkeit eingestellt, ein Thermometer in ihrer nächsten Nähe gestellt, sowie alles Übrige bereit, so kann die Eiweißbestimmung ausgeführt werden. Hierbei wird wie folgt vorgegangen.

Man pipettiert 5 ccm von dem sauren klaren Eiweißharn (spez. Gew. 1,030) in den Zentrifugier-Sediment-Messer, fügt 2 ccm von der ZnSO₄-Lösung (spez. Gew. 1,300) hinzu, verschließt und schüttelt um. Hierbei bleibt bei nur geringem Eiweißgehalt die Flüssigkeit klar, während sie bei einem größeren opalesciert. Nun läßt man 3 ccm Esbachsche Lösung¹⁾ langsam auf die Oberfläche der durchmischten Flüssigkeit fließen, schüttelt 5 mal hin und her sanft um und schleudert nach Ablauf einer Minute bei 2000 Minutentouren während 15 Minuten.

Zieht man hierbei vor, noch eine Kontrolle der in Anwendung gekommenen Umdrehungsgeschwindigkeit vorzunehmen, so ist eine solche erst von der 8. Laufminute auszuführen. Man notiert alsdann die Temperatur, bei welcher geschleudert wurde, und liest mittels einer Lupe die Höhe des entstandenen Eiweißzylinders ab. Die Ablesung hatte ich stets sofort vorgenommen, da später, falls der Zylinder hoch war, dessen elastischer Beschaffenheit wegen eine geringe meist kaum $\frac{1}{100}$ ccm ausmachende Verschiebung nach oben stattfindet.

Sind die vorgenannten Flüssigkeiten genau abpipettiert und die Geschwindigkeits- sowie die Zeitabschnitte richtig eingehalten worden, so ergibt sich der exakte prozentuale Eiweißgehalt aus der nachstehenden Tabelle.

¹⁾ 1 g Pikrinsäure + 2 g Citronensäure in heißem Wasser gelöst und die Lösung bei 15° auf 100 ccm aufgefüllt.

Volumen des erzielten Eiweiß- niederschlags (Tourenzahl: 2000 pro Minute; Umlaufsdauer: 15 Minuten)	Temperatur, bei welcher die Zentrifuge in den Stillstand gebracht wurde, und der entsprechende prozentuale Eiweißgehalt des Harns					
	20°	21°	22°	23°	24°	25°
0,01 ccm	0,006	0,0065	0,007	0,0075	0,008	0,0085
0,02 >	0,012	0,0130	0,014	0,0150	0,016	0,0170
0,03 >	0,018	0,0195	0,021	0,0225	0,024	0,0255
0,04 >	0,024	0,0260	0,028	0,0300	0,032	0,0340
0,05 >	0,030	0,0325	0,035	0,0375	0,040	0,0425
0,06 >	0,036	0,0390	0,042	0,0450	0,048	0,0510
0,07 >	0,042	0,0455	0,049	0,0525	0,056	0,0595
0,08 >	0,048	0,0520	0,056	0,0600	0,064	0,0680
0,09 >	0,054	0,0585	0,063	0,0675	0,072	0,0765
0,10 >	0,060	0,0650	0,070	0,0750	0,080	0,0850
0,11 >	0,066	0,0715	0,077	0,0825	0,088	0,0935
0,12 >	0,072	0,0780	0,084	0,0900	0,096	0,1020
0,13 >	0,078	0,0845	0,091	0,0975	0,104	0,1105
0,14 >	0,084	0,0910	0,098	0,1050	0,112	0,1190
0,15 >	0,090	0,0975	0,105	0,1125	0,120	0,1275
0,16 >	0,096	0,1040	0,112	0,1200	0,128	0,1360
0,17 >	0,102	0,1105	0,119	0,1275	0,136	0,1445
0,18 >	0,108	0,1170	0,126	0,1350	0,144	0,1530
0,19 >	0,114	0,1235	0,133	0,1425	0,152	0,1615
0,20 >	0,120	0,1300	0,140	0,1500	0,160	0,1700
0,21 >	0,126	0,1365	0,147	0,1575	0,168	0,1785
0,22 >	0,132	0,1430	0,154	0,1650	0,176	0,1870
0,23 >	0,138	0,1495	0,161	0,1725	0,184	0,1955
0,24 >	0,144	0,1560	0,168	0,1800	0,192	0,2040
0,25 >	0,150	0,1625	0,175	0,1875	0,200	0,2125
0,26 >	0,156	0,1690	0,182	0,1950	0,208	0,2210
0,27 >	0,162	0,1755	0,189	0,2025	0,216	0,2295
0,28 >	0,168	0,1820	0,196	0,2100	0,224	0,2380
0,29 >	0,174	0,1885	0,203	0,2175	0,232	0,2465
0,30 >	0,180	0,1950	0,210	0,2250	0,240	0,2550
0,31 >	0,186	0,2015	0,217	0,2325	0,248	0,2635
0,32 >	0,192	0,2080	0,224	0,2400	0,256	0,2720
0,33 >	0,198	0,2145	0,231	0,2475	0,264	0,2805
0,34 >	0,204	0,2210	0,238	0,2550	0,272	0,2890
0,35 >	0,210	0,2275	0,245	0,2625	0,280	0,2975
0,36 >	0,216	0,2340	0,252	0,2700	0,288	0,3060

Fortsetzung.

Volumen des erzielten Eiweiß- niederschlags (Tourenzahl: 2000 pro Minute; Umlaufsdauer: 15 Minuten)	Temperatur, bei welcher die Zentrifuge in den Stillstand gebracht wurde, und der entsprechende prozentuale Eiweißgehalt des Harns					
	20°	21°	22°	23°	24°	25°
0,37 ccm	0,222	0,2405	0,259	0,2775	0,296	0,3145
0,38 >	0,228	0,2470	0,266	0,2850	0,304	0,3230
0,39 >	0,234	0,2535	0,273	0,2925	0,312	0,3315
0,40 >	0,240	0,2600	0,280	0,3000	0,320	0,3400
0,41 >	0,246	0,2665	0,287	0,3075	0,328	0,3485
0,42 >	0,252	0,2730	0,294	0,3150	0,336	0,3570
0,43 >	0,258	0,2795	0,301	0,3225	0,344	0,3655
0,44 >	0,264	0,2860	0,308	0,3300	0,352	0,3740
0,45 >	0,270	0,2925	0,315	0,3375	0,360	0,3825
0,46 >	0,276	0,2990	0,322	0,3450	0,368	0,3910
0,47 >	0,282	0,3055	0,329	0,3525	0,376	0,3995
0,48 >	0,288	0,3120	0,336	0,3600	0,384	0,4080
0,49 >	0,294	0,3185	0,344	0,3675	0,392	0,4165
0,50 >	0,300	0,3250	0,350	0,3750	0,400	0,4250
0,51 >	0,306	0,3315	0,357	0,3825	0,408	0,4335
0,52 >	0,312	0,3380	0,364	0,3900	0,416	0,4420
0,53 >	0,318	0,3445	0,371	0,3975	0,424	0,4505
0,54 >	0,324	0,3510	0,378	0,4050	0,432	0,4590
0,55 >	0,330	0,3575	0,385	0,4125	0,440	0,4675
0,56 >	0,336	0,3640	0,392	0,4200	0,448	0,4760
0,57 >	0,342	0,3705	0,399	0,4275	0,456	0,4845
0,58 >	0,348	0,3770	0,406	0,4350	0,464	0,4930
0,59 >	0,354	0,3835	0,413	0,4425	0,472	0,5015
0,60 >	0,360	0,3900	0,420	0,4500	0,480	0,5100
0,61 >	0,366	0,3965	0,427	0,4575	0,488	0,5185
0,62 >	0,372	0,4030	0,434	0,4650	0,496	0,5270
0,63 >	0,378	0,4095	0,441	0,4725	0,504	0,5355
0,64 >	0,384	0,4160	0,448	0,4800	0,512	0,5440
0,65 >	0,390	0,4225	0,455	0,4875	0,520	0,5525
0,66 >	0,396	0,4290	0,462	0,4950	0,528	0,5610
0,67 >	0,402	0,4355	0,469	0,5025	0,536	0,5695
0,68 >	0,408	0,4420	0,476	0,5100	0,544	0,5780
0,69 >	0,414	0,4485	0,483	0,5175	0,552	0,5865
0,70 >	0,420	0,4550	0,490	0,5250	0,560	0,5950
0,71 >	0,426	0,4615	0,497	0,5325	0,568	0,6035

Fortsetzung.

Volumen des erzielten Eiweiß- niederschlags (Tourenzahl: 2000 pro Minute; Umlaufsdauer: 15 Minuten)	Temperatur, bei welcher die Zentrifuge in den Stillstand gebracht wurde, und der entsprechende prozentuale Eiweißgehalt des Harns					
	20°	21°	22°	23°	24°	25°
0,72 ccm	0,432	0,4680	0,504	0,5400	0,576	0,6120
0,73 »	0,438	0,4745	0,511	0,5475	0,584	0,6205
0,74 »	0,444	0,4810	0,518	0,5550	0,592	0,6290
0,75 »	0,450	0,4875	0,525	0,5625	0,600	0,6375
0,76 »	0,456	0,4940	0,532	0,5700	0,608	0,6460
0,77 »	0,462	0,5005	0,539	0,5775	0,616	0,6545
0,78 »	0,468	0,5070	0,546	0,5850	0,624	0,6630
0,79 »	0,474	0,5135	0,553	0,5925	0,632	0,6715
0,80 »	0,480	0,5200	0,560	0,6000	0,640	0,6800
0,81 »	0,486	0,5265	0,567	0,6075	0,648	0,6885
0,82 »	0,492	0,5330	0,574	0,6150	0,656	0,6970
0,83 »	0,498	0,5395	0,581	0,6225	0,664	0,7055
0,84 »	0,504	0,5460	0,588	0,6300	0,672	0,7140
0,85 »	0,510	0,5525	0,595	0,6375	0,680	0,7225
0,86 »	0,516	0,5590	0,602	0,6450	0,688	0,7310
0,87 »	0,522	0,5655	0,609	0,6525	0,696	0,7395
0,88 »	0,528	0,5720	0,616	0,6600	0,704	0,7480
0,89 »	0,534	0,5785	0,623	0,6675	0,712	0,7565
0,90 »	0,540	0,5850	0,630	0,6750	0,720	0,7650
0,91 »	0,546	0,5915	0,637	0,6825	0,728	0,7735
0,92 »	0,552	0,5980	0,644	0,6900	0,736	0,7820
0,93 »	0,558	0,6045	0,651	0,6975	0,744	0,7905
0,94 »	0,564	0,6110	0,658	0,7050	0,752	0,7990
0,95 »	0,570	0,6175	0,665	0,7125	0,760	0,8075
0,96 »	0,576	0,6240	0,672	0,7200	0,768	0,8160
0,97 »	0,582	0,6305	0,679	0,7275	0,776	0,8245
0,98 »	0,588	0,6370	0,686	0,7350	0,784	0,8330
0,99 »	0,594	0,6435	0,693	0,7425	0,792	0,8415
1,00 »	0,600	0,6500	0,700	0,7500	0,800	0,8500

Beim flüchtigen Durchsehen der vorstehenden Tabelle könnte man glauben, die vorgenannte Methodik genüge bloß für einen Eiweißgehalt bis höchstens 6⁰/₁₀₀ bzw. 8,5⁰/₁₀₀. Dem ist nun aber nicht so.

Im Falle, daß bei einem Harn der zentrifugierte Eiweißniederschlag das Volumen eines Kubikzentimeters übertrifft — somit mehr als 6⁰/₁₀₀ bzw. 8,5⁰/₁₀₀ Eiweiß vorliegen —, wird behufs Feststellung des exakten Albumengehalts der fragliche Harn zuvor mit seinem einfachen bzw. doppelten Volumen eines eiweißfreien Harns (spez. Gew. 1,030) verdünnt und dieser Verdünnung bei der Feststellung des Ergebnisses Rechnung getragen.

V. Belege und Kontrollen.

Die Aufstellung der vorgenannten Tabelle fußt auf einer Reihe von 48 gewichtsanalytischen Eiweißbestimmungen, die mit Harnen von verschiedenen Kranken vorgenommen wurden.¹⁾ Als Beleg für die gute Übereinstimmung der Resultate der Zentrifugiermethodik mit jenen des gewichtsanalytischen Verfahrens mögen die nachstehenden Befunde angeführt werden. Vorgehen lassen will ich bloß noch, daß bei den gewichtsanalytischen Ermittlungen von Eiweiß stets 2, selten 3 Bestimmungen bei jedem einzelnen Harn vorgenommen wurden, sowie daß die nachstehend angeführten Ergebnisse das Mittel davon bilden.

Der gewichtsanalytische Eiweißbefund in ‰	Der zentrifugale Eiweißbefund in ‰
0,026	0,028
0,041	0,0375
0,0525	0,048
0,0867	0,090
0,1312	0,123
0,205	0,195
0,295	0,3075
0,347	0,325
0,3937	0,427
0,441	0,476
0,515	0,507
0,593	0,645
0,610	0,6175
0,735	0,6975

¹⁾ Für die Überlassung des für diese Versuche nötig gewesenen Urinmaterials spreche ich auch hier meinen Kollegen, den Herren Professoren Dr. Bourget, Vorstand der medicin. Klinik, und Dr. Rossier, Vorstand der gynäkologischen Klinik an der hiesigen Universität, meinen besten Dank aus.

Bei etwaigen Kontrollen dieser Ergebnisse kann selbstverständlich nur menschliches Eiweiß bzw. Harneiweiß in Betracht kommen. Dasselbe muß frisch sein. Mehrere Tage alte schlecht aufbewahrte Harne können bereits merkbare Unterschiede veranlassen. Bei richtiger Einhaltung der Methodik dürfen die Ergebnisse unter sich je nach dem weiter unten angeführten Eiweißgehalte höchstens um $\pm 0,005\%$ bis $0,065\%$ differieren, sowie auch mit denen des gewichtsanalytischen Verfahrens verglichen die nachstehenden Maximaldifferenzen nicht überschreiten.

Eiweißgehalt	Prozentuale Maximaldifferenz
Von $0,025\%$ bis $0,05\%$	$\pm 0,005$
» $0,05\%$ » $0,10\%$	$\pm 0,01$
» $0,10\%$ » $0,30\%$	$\pm 0,03$
» $0,30\%$ » $0,50\%$	$\pm 0,05$
Über $0,5\%$	$\pm 0,065$

VI. Schlußfolgerungen.

Wie aus dem bisher Gesagten hervorgeht, ist das zentrifugale Eiweißbestimmungsverfahren durchaus nicht kompliziert und beansprucht alles in allem höchstens 30 Minuten. Ein großer Vorteil ist, daß mit demselben 4 quantitative Bestimmungen gleichzeitig ausgeführt werden können.

Es kann jetzt bereits mit Sicherheit vorausgesagt werden, daß dieses verhältnismäßig junge und noch wenig verbreitete Verfahren, bei welchem eine rationell angewandte Schleudermaschine mit einem genau kalibrierten Sedimentmesser an Stelle der Wage treten, sich noch andere analytische Gebiete erschließen und auch für die Bestimmung anderer normaler bzw. pathologischer Harnbestandteile praktische Anwendung finden wird. Dafür darf die vorher angeführte Sammet'sche Arbeit¹⁾ bereits als ein vollkommener Beitrag angesehen werden.

¹⁾ Siehe Fußnote O. Sammet, S. 28.