

XXI.

Ueber die Löslichkeit der weissen Blutkörperchen in Peptonlösungen.

(Aus dem Marien-Krankenhaus für Arme in St. Petersburg.)

Von Dr. Eugen Botkin.

Die Untersuchung der morphologischen Zusammensetzung des Blutes und zwar zwecks Beobachtung der Schwankungen in der Zahl der weissen Blutkörperchen ist in den letzten Jahren so gebräuchlich, bezw. so häufig geworden, dass es fast leichter scheinen dürfte, diejenigen Fälle, wo das Blut nach dieser Richtung nicht untersucht worden ist, aufzuzählen, als umgekehrt. Aus der Menge solcher klinischer und experimenteller Untersuchungen hat sich auch bereits ein bestimmter Typus, gewissermaassen ein Programm der sogenannten „Blutreaction“, die durch natürliche oder künstliche Einführung von Proteinen, bezw. Eiweisskörpern in den Organismus bedingt wird, herausarbeiten können: in der Anfangsperiode dieser Reaction Abnahme der Zahl weisser Blutkörperchen, in der darauf folgenden vermehrte Bildung derselben (über die Norm hinaus) und in der dritten Periode Rückkehr zur Normalzahl, entweder unmittelbar oder nach vorausgegangener weiterer Abnahme. Individuelle Abweichungen vom Typus kommen selbstverständlich vor, doch werden dieselben, wie leicht begreiflich, von den Autoren verschieden erklärt.

Die Frage nach dem, was eigentlich im Blute bei Einführung dieses oder jenes Stoffes vorgeht, ist eine überaus wichtige und complicirte. Unter „Blutreaction“ können ja in der That nicht blos die in der morphologischen Zusammensetzung des Blutes vorgehenden Aenderungen verstanden werden, es können diese Aenderungen aus dem Gesamtbilde der Reaction des ganzen Körpers nicht ausgeschieden werden.

Die Immunitätsfrage schon zeigt zur Genüge, wie complicirt sich diese Reaction gestaltet und welch' tiefgehende Aenderungen

dieselbe, wie im Organismus überhaupt, so auch speciell im Blute hervorruft. Es dürfte daher von nicht geringem Interesse sein, alle Untersuchungen der verschiedenen Fachmänner über einen so überaus verbreiteten und allseitigen Forschungen unterworfenen Körper, wie das Pepton, zusammenzubringen.

Wenn in das Blut, sei es unmittelbar, sei es durch das Unterhautgewebe (bei Kaninchen oder Hunden) eingeführt, ruft es jene typische, bereits erwähnte „Blutreaction“ in der Aenderung der Zahl der weissen Blutkörperchen (Loewit¹, v. Samson-Himmelstjerna², E. S. Botkin³ und Andere) hervor, die von einer scharfen Steigerung der Körpertemperatur gefolgt wird (E. S. Botkin). Zugleich lässt es sich sehr bald (15 Minuten) nach der Injection im Blute nicht mehr nachweisen (Schmidt-Muelheim⁴, Hofmeister⁵, Plosz und Guergyai⁶, Fano⁷), wobei das Blut, als Gewebe, einer Grundänderung unterliegt, indem es seine Gerinnungsfähigkeit einbüsst (Schmidt-Muelheim). Nach Verlauf von 3 Stunden ist diese seine Fähigkeit zwar wieder hergestellt (Fano), doch hat inzwischen das Blut durch das Pepton eine 24 Stunden lang anhaltende Immunität angenommen, d. h. während 24 Stunden ist nochmals injicirtes Pepton nicht mehr im Stande, im Blute auf's Neue die Veränderungen, wie solche durch die anfängliche Injection bedingt wurden, hervorzurufen (Fano).

Wir haben somit schon ein grosses Bild der überaus complicirten Umwandlungen im Organismus, welche, obschon kaum wahrnehmbar, nichtsdestoweniger unzweifelhaft, nicht von einander getrennt zu betrachten sind, wenn auch eine jede Aenderung für sich zu erklären ist. Meine gegenwärtigen Untersuchungen beziehen sich gewissermaassen auf das allererste Glied dieser langen Kette von Aenderungsvorgängen, d. h. auf die Abnahme der Zahl der weissen Körperchen im Blute nach der Einführung von Peptonen. Diese Verringerung der Leukocytenzahl, von Loewit als Leukolyse bezeichnet, hat bereits eine so umfangreiche Literatur aufzuweisen, dass die Prüfung der einzelnen einschlägigen Untersuchungen mehr Zeit, als ich hier darauf zu verwenden in der Lage bin, beanspruchen und mich zu weit führen würde. Es genügt vorläufig, anzudeuten, dass einige Forscher (Loewit, S. S. Botkin⁸, Roemer⁹, Holtzmann¹⁰,

E. S. Botkin u. A.) die Leukolyse als solche anerkennen, d. h. die Abnahme der weissen Körperchen im Blut durch deren Zerstörung, bezw. Lösung erklären, andere hingegen dieselbe entweder „unwahrscheinlich“ oder „wenig wahrscheinlich“ finden (Schulz¹¹, Medwedeff¹² u. A.) oder gänzlich leugnen (Werigo¹³, Goldscheider und Jacob¹⁴ u. A.), indem sie in der Leukolyse eine locale, durch ungleichmässige Vertheilung der Leukocyten im Organismus bedingte Erscheinung erblicken. Behufs Feststellung der Möglichkeit der Leukolyse war es von Wichtigkeit, sich durch Augenschein davon zu überzeugen, ob eine solche Zerstörung oder Auflösung der Leukocyten, wenn auch ausserhalb des Organismus, in einem der Stoffe, welche im Blut eine Verringerung der weissen Körperchen herbeiführen, anzunehmen wäre. Betreffs des Peptons bin ich jetzt in der Lage, eine bejahende Antwort zu geben.

Schon mit unbewaffnetem Auge konnte beobachtet werden, wie Eiter sich unter der Einwirkung von 15procentiger (filtrirter) Lösung von Witte'schem Pepton änderte: während das Wasser (in den Controlgläsern) über dem Eiter während mehr als 20 Stunden bei einer Temperatur von 37—40° C. durchsichtig blieb und erst nach Verlauf dieser Zeit den Eiter so weit aufweichte, dass beim Schütteln ein grosser Theil desselben sich mit dem Wasser zu vermischen begann, hatte sich das Pepton (in gleichem quantitativem Verhältniss genommen) bereits nach 2½ Stunden stark getrübt, der unten befindliche Eiter hatte sich dabei im Volumen verringert und war derart aufgeweicht, dass er beim Schütteln des Gläschens die Flüssigkeit vollständig trübe machte.

Zu einem Eiterklümpchen (aus einem Furunkel) setzte ich ferner ungefähr die gleiche Quantität derselben 15procentigen Peptonlösung zu und wurde das Probegläschen mit diesem Gemisch in zwischen 37—40° C. warm gehaltenes Wasser gebracht. Zu der mikroskopischen Untersuchung werden aus dem Eiter zwei Präparate genommen: eines vor der Behandlung mit Pepton, das zweite 20 Minuten nachdem der Eiter mit diesem Pepton bei Körpertemperatur zusammengewesen war. Es ergab sich ein schroff abweichendes mikroskopisches Bild, denn während ich im ersten Präparat die gewöhnlichen weissen Körper-

chen mit einem oder mehreren Kernen und körnigem Protoplasma wahrnahm, erschienen sie im zweiten Präparat nicht mehr in der gewohnten Gestaltung; sie waren alle durchsichtiger geworden, die Körner in denselben seltener und in bedeutend geringerer Anzahl vorhanden, so dass sie sich z. B. um den Kern gruppirten, vorausgesetzt, dass letzterer überhaupt noch erhalten war, während der grösste Theil der Zelle unausgefüllt blieb; auch waren ganz leere Leukocyten in Form einer hellen, glatten und durchsichtigen Scheibe zu sehen. Beiläufig gesagt war das Gesamtfeld des zweiten (peptonisirten) Präparates mit kleinen amorphen Körnerklümpchen, von denen das erste Präparat nur eine unbedeutende Anzahl aufzuweisen hatte, und mit einer Menge glänzender, runder, ovaler oder in einer zwischen diesen beiden liegenden Uebergangsform gestalteten Körnchen besät.

Die folgende mit dem Eiter angestellte Untersuchung ermöglichte es mir, unter Zuhülfenahme des Wärmetisches (bei 37—40° C.)*) unmittelbar unter dem Mikroskop die allmähliche Entwicklung der in den weissen Körperchen bei Einwirkung von Pepton auf den Eiter eintretenden Aenderungsvorgänge, deren Resultate bereits in der vorausgehenden Beobachtung angegeben wurden, zu beobachten: vor meinen Augen wurden die weissen Körperchen durchsichtiger und ihre Granulation seltener, wobei die einzelnen Körnchen an Grösse und Glanz zunahmen. Diese Aenderungen beobachtete ich in einem Gemisch aus 1 Tropfen Eiter mit 2—3 Tropfen einer 10procentigen Lösung von Witte'schem Pepton, welche durch Salzsäure bis zu schwach alkalischer Reaction angesäuert, filtrirt und sterilisirt war. Dasselbe konnte freilich, bei gleicher Versuchsanordnung, in einem Tropfen obigen Eiter auch ohne Pepton beobachtet werden, obgleich dann diese Erscheinungen langsamer eintraten und somit sich auch weniger ausgesprochen zeigten. Es darf uns dieses aber durchaus nicht verwundern, da im Eiter jederzeit Pepton vor-

*) Um die Temperaturschwankungen innerhalb dieser Grenzen zu regeln, hielt ich den Cylinder mit heissem Wasser, welches je nach Bedarf längs der Doppelwände des Wärmetisches durchgelassen wurde, im Thermostaten bei 40° C. und setzte den Thermometer in die Höhlung des Tisches in die Nähe des Präparates.

handen sein kann und daher in dem zur Untersuchung genommenen Eiter, sogar in ganz frischem Zustande, schon vollständig leere, bezw. durchsichtige Leukocyten mit unbedeutender Granulation, die sich manchmal nur an der Peripherie erhalten hat, angetroffen werden.

Bei meinen Blutuntersuchungen stellten sich mir folgende Schwierigkeiten hinderlich in den Weg: erstens erwies es sich als unmöglich, in einem frischen Präparat die unter dem Einfluss des Peptons an den weissen Körperchen vorgehenden Aenderungen zu verfolgen und zwar aus dem Grunde, weil die rothen Blutkörperchen ihrerseits geradezu vor meinen Augen schmolzen, so dass es schwer war, die Körperchen von einander zu unterscheiden; zweitens, als ich behufs Vermeidung von Wechselungen zum Pepton tropfenweise eine gesättigte und filtrirte wässrige Lösung von Gentianaviolett zuzusetzen begann, erwies es sich, dass diese Farbe bei gewöhnlicher Zimmertemperatur sich nicht gut im Pepton löste, sondern sich in demselben in Form kleiner Tropfen absetzte, die sich bei hoher Temperatur zum Theil auflösten. Schliesslich war es leider nicht möglich, trockene Präparate nach Ehrlich's¹⁵ Verfahren anzufertigen, da das Pepton beim Trocknen eine Haut mit vielen Rissen zurückliess, so dass das ganze Präparat zusammengeschrunpft erschien und die Farbe, ehe sie zu den Blutkörperchen gelangen konnte, vorerst mit nicht geringerer Intensität die Peptonhaut selbst zu färben hatte. Aus diesem Grunde gingen viele Präparate verloren und führe ich hier nur die Beobachtungsfälle auf, wo alle hindernden Uebelstände beseitigt waren.

Als ich in einem Präparat aus einem Gemisch von Blut mit vorerwähnter 10procentiger Peptonlösung (1 : 100, wobei das Gemisch bei 37°—40° C. 15 Minuten im Thermostaten gehalten worden war), welches in den Wärmetisch gebracht (37°—40° C.), ein weisses Körperchen (einen kleinen Lymphocyten) mit scharf violett (durch den Zusatz von 2 Tropfen einer gesättigten wässrigen Gentianaviolettlösung) gefärbter Granulation am Glase klebend bemerkte, konnte ich an demselben alle die von mir an verschiedenen Eiterkörpern beobachteten Aenderungen verfolgen; die Granulation begann bald zu verschwinden und das ganze Körperchen bleichte derart, dass es in kurzer Zeit durch-

aus farblos erschien und aus der Umgebung bloß durch seinen stärkeren Glanz hervortrat. Je blässer und durchsichtiger das Körperchen wurde, um so mehr schien es zu quellen, und nach 20 Minuten Beobachtung war es schon vollkommen den von mir im Eiter beobachteten Schatten weisser Blutkörperchen ähnlich, während nach Verlauf einer halben Stunde es schon schwer hielt, dasselbe im Präparat zu erkennen; beim Linksdrehen der Schraube war an dessen Stelle ein schwacher Schimmer sichtbar, beim Rechtsdrehen ein heller Schatten. Aus demselben Gemisch wurde, sofort nach dessen Anfertigung, ein Tropfen genommen, zwischen zwei Deckgläschen vorsichtig verrieben und die letzteren, nachdem sie getrocknet waren, mit Canadabalsam auf das Objectglas aufgeklebt. Dasselbe geschah auch mit einem anderen Tropfen des nämlichen Gemisches, welches bei 39° C. im Thermostaten während 5 Stunden gehalten worden war, und am nächsten Morgen mit einem dritten. Während in den Präparaten der ersten Serie gegen zehn, mit Gentianaviolett angefärbte weisse Blutkörperchen zu zählen waren, wurden in der zweiten kaum 2—3 aufgefunden, und ebenso in der dritten. Das mikroskopische Bild war ganz das gleiche, wie bei den Präparaten aus einem anderen analogen Gemisch.

Letzteres wurde in einer zwischen 17° R. und $14,5^{\circ}$ R. schwankenden Zimmertemperatur gelassen und aus demselben ebenfalls 3 Serien von Präparaten genommen: sofort nach Anfertigung, nach Verlauf von 21 Stunden, und nach 48 Stunden. In den Präparaten der ersten Serie waren die weissen Blutkörperchen deutlich diffus gefärbt, mit dunkleren Flecken, augenscheinlich Kernen, und mit noch tiefer gefärbten, zwei bis drei Körnchen; der untersuchten Zellen waren nicht viele, jedoch immerhin genug, um ein fehlerfreies Zählen unmöglich zu machen. In den Präparaten der zweiten Serie waren vielleicht nur 5 Körperchen zu sehen und überdies ohne diffuse Färbung, dafür aber mit intensiv gefärbter Granulation. In den weiteren war die Zahl der weissen Körperchen noch unbedeutender, deren Granulation blässer und seltener, d. h. die Zahl der dieselbe bildenden Körnchen war in jedem Körperchen geringer.

Schliesslich bei der letzten Beobachtung, wo ich zum Färben der weissen Körperchen eine gesättigte wässrige Methylen-

blaulösung nahm, konnte ich den Verlust, bzw. die Auflösung der weissen Körperchen geradezu numerisch bestimmen. Nachdem ich aus einem und demselben Tropfen, oder richtiger gesagt, aus einem und demselben Stich, mein Blut in zwei verschiedene Schüttelmischer (aus dem Apparat von Thoma-Zeiss) bis zur Chance 0,5 genommen und hierauf in eine derselben Usskoff'sche¹⁶ Flüssigkeit [$\frac{1}{3}$ procentige Essigsäurelösung mit ClNa (0,75:100,0)] und in die andere die vorerwähnte, jedesmal sterilisirte 10procentige Peptonlösung bis 101 aufgesogen hatte, liess ich die Haarröhrchen 24 Stunden lang liegen und konnte Tags darauf unter Zuhülfenahme des Kammernetzes des Zählapparates folgende Auszählung leicht anstellen*). Im Präparat aus dem ersten Gemisch (Blut + Usskoff'sche Flüssigkeit) waren 83 weisse Körperchen und zwar in Gestalt scharf blau gefärbter Scheiben vorhanden; in dem Präparat aus der zweiten Mischung, wo in den Leukocyten ein schwach gefärbter excentrisch gelagerter Kern (manchmal Kerne) in der durchaus durchsichtigen Zelle sich deutlich erkennen liess, waren im Ganzen nur 21 weisse Körperchen.

Es blieb die mögliche Theilnahme dieses oder jenes zur Digerirung von Eiweissstoffen fähigen Fermentes an dieser leukolytischen Wirkung des Peptons auszuschneiden.

Zu diesem Zwecke wurde das Pepton in (ungefähr) gleichen Quantitäten in zwei Probirgläser gethan, in einem derselben mit vier Tropfen Acidi muriatici diluti bis zu einer scharfsauren Reaction angesäuert und in ein jedes eine kleine Scheibe von hart gekochtem Hühnereiweiss eingebracht. Darauf wurden beide Gläser eine Woche im Thermostaten bei einer Temperatur von 37,5—42° C. aufbewahrt, wobei die Eiweiss-scheiben nicht die geringste Auflösung erlitten; nur in dem nicht angesäuerten Glase zeigte sich nach 24 Stunden eine Trübung, welche mit jedem

*) Behufs möglichst genauen Zählens aller Leukocyten in der Kammer und Vermeidung von Irrthümern zählte ich diese zuerst im Netz aus, alsdann in vier bestimmten Sehfeldern zwischen den Enden gezogener Linien und dem Rande des Präparates, und endlich in vier bestimmten Sektoren eines dem Durchmesser des Sehfeldes gleichen Radius zwischen den äusseren, unter einem rechten Winkel sich kreuzenden Linien, wobei ich den Rand des Sehfeldes auf den Kreuzpunkt einstellte.

Tage zunahm, ferner ganze Häute auf der Oberfläche der Flüssigkeit bildete und sich als aus einer Menge der verschiedenartigsten Mikroorganismen, Kokken und Bacillen bestehend, erwies.

Meine Ergebnisse betreffs der Wirkung des Peptons auf Leukocyten stehen mit den Beobachtungen des Privatdocenten N. C. Tschistowitsch¹⁷, welcher die Auflösung der weissen Blutkörperchen in Pepton nicht gesehen hatte, zwar nicht in Einklang, widersprechen aber den letzteren auch nicht im Geringsten, denn die Anstellungsweise der Versuche, obgleich dem Anschein nach dieselbe, war bei uns ganz verschieden. So nahm Dr. Tschistowitsch, erstens, eine 1procentige Peptonlösung, zweitens, in unbedeutenden Quantitäten, drittens, setzte er das Pepton zu ($\frac{1}{3}$ procentiger) Essigsäure oder zu Chlornatrium zu, wobei sich für die Untersuchung der leukolytischen Eigenschaften des Peptons unzutreffende, bezw. nicht passende Verbindungen ergaben (E. Grawitz¹⁸), und viertens, verfügte er nur über einen Wärmetisch mit niedriger und stark schwankender Temperatur (32°—38° C.).

Obgleich weder die eine, noch die andere Untersuchungsmethode sich den Vorgängen des lebenden Organismus genügend annähern kann, so steht jedenfalls fest, dass wir beim Einführen in's Blut, unmittelbar oder durch das Unterhautgewebe, einer 1- oder 10procentigen Lösung, sagen wir von Pepton, letzteres nicht nur sofortiger bedeutender Verdünnung aussetzen, sondern auch nach sehr kurzer Zeit, wie aus Obigem erhellt, im Blut eine wesentliche Aenderung seiner Eiweisskörper „en masse“ erhalten. Im Blutserum allein werden ja 6 pCt. (Dubois-Reymond¹⁹) bis 8,2 pCt. (C. Schmidt²⁰) und sogar 8—9 pCt. (Foster²¹) Eiweisskörper gezählt, und wenn sie alle einer Aenderung unterliegen, so wirkt auf die weissen Blutkörperchen eine genügend starke (6—9procentige) Lösung neuer Eiweisskörper, um eine richtige Leukolyse herbeizuführen.

Eine belehrende Beleuchtung eines solchen Verhaltens der veränderten Eiweisskörper des Blutes und seiner morphologischen Elemente bietet die perniciöse Anämie: auch hier ist die Gerinnungsfähigkeit des Blutes bedeutend abgeschwächt und zusehends werden im Blute die Körperchen zerstört und aufgelöst.

Zum Schluss kann ich nicht umhin, auf die grosse Ähnlich-

keit der von mir an weissen Blutkörperchen unter Einwirkung von Pepton beobachteten Aenderungsvorgänge mit den von Holtzmann (a. a. O.) geschilderten Erscheinungsbildern an Schnitten der Milz von Kaninchen und Hunden während der Verarmung des Blutes an Leukocyten, die durch venöse Terpenthinjection hervorgerufen ist, hinzuweisen: in beiden Fällen Anfangs diffuse Färbung der Kerne und darauffolgendes Zerfallen derselben in Häufchen gut färbender Körner.

Auch erinnern dieselben an die „Phasen der regressiven Metamorphose des Kernes“ der Eiterkörperchen, mit allen Stadien der „Chromatolyse“, welche vom Privatdocenten N. W. Usskoff (a. a. O.) in so idealer Färbung und bei einer solchen Vergrößerung dargestellt sind, die selbstverständlich bedeutend mehr zu sehen gestatteten, als ich es beim Färben mit Gentialviolett, selbst bei $\frac{1}{12}$ Oelimmersion von Zeiss, erzielen konnte.

Endlich dürfte es von Interesse sein, noch jene Art weisser Körperchen zu erwähnen, die ich in der mit Methylenblau gefärbten Mischung von Blut mit Pepton erhalten habe, wo dieselben den sogen. „durchsichtigen“ Leukocyten (Usskoff, a. a. O.) vollkommen identisch erschienen.

In Anbetracht dieser Erwägungen und indem man an die schon im Jahre 1856 von Virchow²² ausgesprochene Ansicht von der wahrscheinlichen Auflösung einer gewissen Zahl von farblosen Blutkörperchen im Blute selbst zurückdenkt, wird man unwillkürlich zu der Annahme geführt, dass einige der uns bekannten verschiedenen Arten weisser Blutkörperchen nichts Anderes als verschiedene Auflösungsstufen derselben im Blutplasma, nichts Anderes als verschiedene Formen einer so zu sagen „physiologischen“ Leukolyse darstellen.

Weiteren Untersuchungen fällt es anheim, diese Ansicht zu bestätigen oder zu widerlegen.

L i t e r a t u r.

1. Loewit, Studien zur Physiologie und Pathologie des Blutes und der Lymphe. Jena 1892.
2. Loewit, a. a. O.
3. E. S. Botkin, Zur Frage nach der Wirkung der Albumosen und Peptone auf einige Functionen des thierischen Organismus. Dissert. St. Petersburg 1893. (Russisch.)

4. Schmidt-Muelheim, Beiträge zur Kenntniss des Peptons und seiner physiologischen Bedeutung. Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiologische Abtheilung. 1880.
5. Hofmeister, Ueber das Schicksal des Peptons im Blute. Zeitschrift für Physiologische Chemie. 5.
6. Plosz und Guergyai, Pflüger's Archiv. X.
7. Fano, Das Verhalten des Peptons und Tryptons gegen Blut und Lymphe. Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiol. Abtheil. 1881.
8. S. S. Botkin, Hämatologische Untersuchungen bei Tuberculininjectionen. Deutsche med. Wochenschr. 1892. No. 15.
9. Roemer, Die chemische Reizbarkeit thierischer Zellen. Dieses Archiv. 1892. Bd. 128. Heft 1.
10. Holtzmann, Zur Frage der Leukocytose. Dissertation. St. Petersburg 1893. (Russisch.)
11. Schulz, Experimentelle Untersuchungen über das Vorkommen und die diagnostische Bedeutung der Leukocytose. Deutsches Archiv für klinische Medicin. Bd. 51. Heft 2 und 3. 1893.
12. Medwedeff, Ueber das Verhalten der Leukocyten bei Einführung einiger Stoffe in's Blut. Dissertation. St. Petersburg 1893. (Russisch.)
13. Werigo, Annales de l'Institut Pasteur. No. 7. 1892.
14. Goldscheider und Jacob, Weitere Mittheilungen über die Leukocytenfrage. (Referirt von M. Rothmann im Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1894. No. 12.)
15. Ehrlich, Farbenanalytische Untersuchungen zur Histologie und Klinik des Blutes. IV. Methodologische Beiträge zur Physiologie und Pathologie der verschiedenen Formen der Leukocyten.
16. Usskoff, Blut als Gewebe. St. Petersburg 1890. (Russisch.)
17. Tschistowitsch, Zur Frage über die Leukolyse. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1894. No. 14 und 15.
18. E. Grawitz, Klinisch-experimentelle Blutuntersuchungen. Zeitschrift für klinische Medicin. Bd. XXII. Heft 4 und 5. 1893.
19. Dubois-Reymond, Vorlesungen des Wintersemesters von 1890—91 in Berlin.
20. v. Limbeck, Grundriss einer klinischen Pathologie des Blutes. Jena 1892. S. 170.
21. Foster, Physiology. 5th Edition. p. 49.
22. R. Virchow, Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medicin. Die farblosen Blutkörperchen. S. 218.